

REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA

AGENCIJA ZA STRUKOVNO OBRAZOVANJE

DRUŠTVO ZA STRUKOVNO OBRAZOVANJE

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE  
UČENIKA  
STROJARSKIH ZANIMANJA  
2009. godine

TEHNIČKA MEHANIKA – TEORIJSKI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

List broj:	Ostvareni bodovi na listu:	Mogući bodovi na listu:
1.		8
2.		8
3.		10
4.		14
<b>Ukupno bodova:</b>		<b>40</b>

**Povjerenstvo:** 1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_  
4. \_\_\_\_\_  
5. \_\_\_\_\_

U \_\_\_\_\_, 26. veljače 2009. god.

## NAPUTAK ZA RJEŠAVANJE TESTA

Pred vama se nalazi test s ukupno 10 zadataka. Za upute, rješavanje testa i prikupljanje predviđeno je 60 minuta.

Za potrebe ovog testa razlikovat ćemo zadatke dosjećanja, dopunjavanja, dvočlanog izbora, višečlanog izbora i zadatke problemskog tipa.

Zadatke dosjećanja ćete rješavati tako da u predviđeni prostor upišete samo jednu riječ, znak ili broj kao u zadatku br.1.

U zadatku br.2. postoji mogućnost povezivanja elemenata pridruživanjem odgovarajućih slovnih oznaka.

U zadatku dopunjavanja (3. zadatak), rečenice nisu potpuno dovršene. U njima nedostaje jedna ili više riječi.

Ove zadatke rješavate tako da napišete na crtu ili u tablicu upravo onu riječ, znak ili matematički izraz što najbolje dopunjavaju rečenicu ili zadatak.

Zadatke dvočlanog izbora (4. zadatak) rješavate tako da uz tvrdnju koju smatrate točnom zaokružite slovo T, a ukoliko ju smatrate netočnom zaokružite slovo N.

Zadaci višečlanog izbora (5 do 9 zadatak) sastoje se od pitanja na koje je ponuđeno četiri ili pet odgovora. Među predloženim odgovorima zaokružite slovo uz onaj što je prema vašem znanju točan.

Kod nekih zadataka trebate izabrati odgovarajuće postupke rješavanja i primijeniti ih u pravilnom redosljedu (izvod ili dokaz) kao u zadatku br.10.

Zadaci se moraju rješavati kemijskom olovkom s plavom tintom.

Računske operacije možete vršiti na pomoćnom papiru, a konačan odgovor napišete na predviđeno mjesto.

Na svaki list testa popunite rubriku Zaporka: \_\_\_\_\_

Pribor: kalkulator, kemijska olovka, pribor za crtanje, identifikacijski dokument (osobna iskaznica)

Literatura: Strojarski priručnik

## KRITERIJ ZA VREDNOVANJE

Test je vrednovan s maksimalno 40 bodova. Za svako pitanje u testu predviđen je određen broj bodova u desnom stupcu.

Prepravljeni i djelomični odgovori se ne vrednuju.

Zadatak nije točan ako je zaokruženo dva ili više odgovora, makar među njima bio i onaj koji je ispravan.

U rubriku za upis ostvarenih bodova ne upisuje se  $\frac{1}{2}$  boda.

# TEHNIČKA MEHANIKA-TEORIJSKI DIO

Ostvareni bod:

Mogući bod:

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

LIST BROJ: 1.

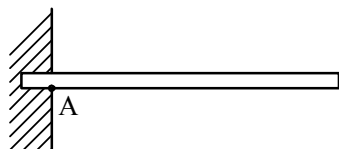
**1. Odgovorite na pitanja rječju, znakom ili brojem, odgovor napišite na crtu što se nalazi uz svako pitanje.**

a) Elastične konstante različitih materijala izražavamo u GPa:

$$1 \text{ GPa} = \underline{10^3} \text{ MPa}$$

1

b) Kako se naziva oslonac koji je prikazan shematski na (sl.1)?



ukliješten

1

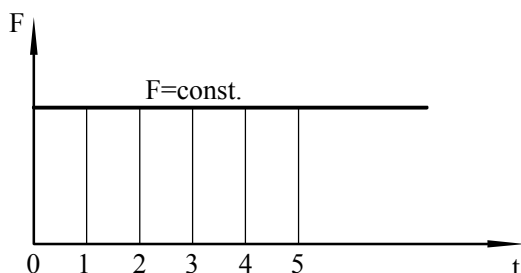
sl.1.1

c) Iz izraz  $F=m \cdot a$  izvedite jedinicu za silu u SI-sustavu jedinica.

$$\underline{1 \text{ kg } 1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = \text{kgm s}^{-2} = \text{N}}$$

2

d) Na dijagramu F-t, (sl.1.2.) prikažite mimo ili statičko opterećenje



sl.1.2.

1

**2. Na crticu uz svaku riječ navedenu u desnom stupcu napišite redno slovo odgovarajuće jedinice iz lijevog stupca**

a) [J]	masa	b)
b) [kg]	sila	c)
c) [N]	dužina	d)
d) [m]	tlak	e)
e) [Pa]	rad	a)

2

**3. Sljedeće rečenice nisu potpuno dovršene. U njima nedostaje jedna ili više riječi umjesto kojih se nalaze crte. Napišite na crtu u svakoj rečenici upravo onu riječ, znak ili broj što najbolje dopunjava tu rečenicu.**

a) Mjesto gdje se dva ili više tijela uzajamno dodiruju nazivamo vezama

1

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

8

# TEHNIČKA MEHANIKA-TEORIJSKI DIO

Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

LIST BROJ: 2.

b) Tangencijalno naprezanje djeluje u ravnini presjeka.

<input type="checkbox"/>	<b>1</b>
--------------------------	----------

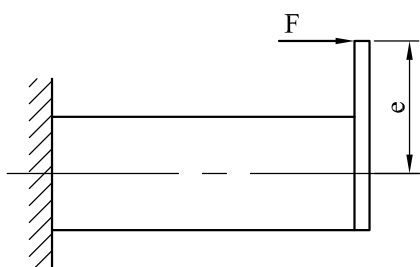
c) Ravnoteža je stabilna ako se pomaknuto tijelo vraća u prvobitni položaj.

<input type="checkbox"/>	<b>1</b>
--------------------------	----------

d) Vratila su strojni elementi koji prenose snagu. Njihovo opterećenje se često opisuje snagom koju treba prenijeti pri određenom broju okretaja. Moment uvijanja iz ovih podataka izračunava se prema izrazu:  $M_u = 0,159 \frac{P}{n}$

<input type="checkbox"/>	<b>2</b>
--------------------------	----------

e) Statički model prema sl. 2.1. prikazuje ekscentrično vlačno opterećenje.



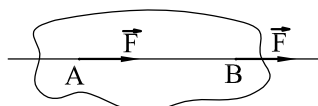
sl. 2.1.

<input type="checkbox"/>	<b>2</b>
--------------------------	----------

Set 2

**4. Pažljivo pročitajte sve tvrdnje. Ako pojedinu tvrdnju smatrate točnom zaokružite slovo T, a ukoliko ju smatrate netočnom zaokružite slovo N.**

a) Hvatište sile  $\vec{F}$  (sl. 2.2.) možemo pomicati uzduž pravca djelovanja a da se djelovanje sile ne promjeni.



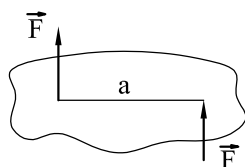
sl. 2.2.

Ⓓ

N

<input type="checkbox"/>	<b>1</b>
--------------------------	----------

b) Slika 2.3. prikazuje par sila ili spreg sila.



sl. 2.3.

T

Ⓓ

<input type="checkbox"/>	<b>1</b>
--------------------------	----------

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

**8**

# TEHNIČKA MEHANIKA-TEORIJSKI DIO

Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

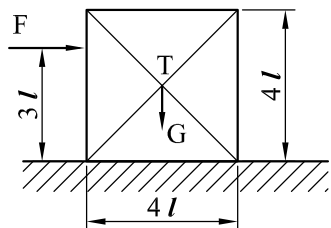
ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

LIST BROJ: 3.

Na svako od pitanja ponuđeno je nekoliko odgovora na izbor. Samo jedan od tih ponuđenih odgovora u potpunosti odgovara zahtjevima zadatka. Pažljivo pročitajte svako pitanje i među predloženim odgovorima zaokružite slovo uz onaj što je prema vašem znanju točan.

5. Koeficijent stabilnosti tijela prema sl. 3.1. je:



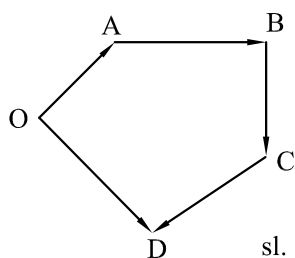
sl. 3.1.

$$\begin{aligned} G &= 200\text{N} \\ F &= 100\text{N} \\ M_s &= G \cdot 2l \\ M_p &= F \cdot 3l \\ v &= \frac{M_s}{M_p} = \frac{G \cdot 2l}{F \cdot 3l} = \frac{200 \cdot 2}{100 \cdot 3} \\ v &= 1,33 \end{aligned}$$

- a) 2
- b) 2,66
- c) 3
- d) 3,38
- e)  1,33

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

6. U poligonu sila sl. 3.2. rezultatni vektor je:

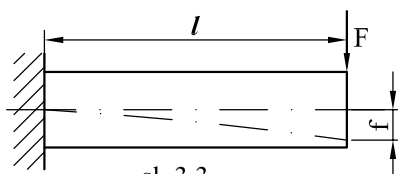


sl. 3.2.

- a)  $\vec{OA}$
- b)  $\vec{AB}$
- c)  $\vec{BC}$
- d)  $\vec{CD}$
- e)   $\vec{OD}$

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

7. Konzola punog kružnog presjeka opterećena je kao na sl.3.3. Otklon neutralne osi od svog prvobitnog položaja ili progib  $f$  je:



sl. 3.3.

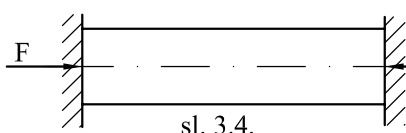
$$\begin{aligned} F &= 40\text{ kN} \\ l &= 1,5\text{ m} \\ E &= 2,1 \cdot 10^5\text{ MPa} \\ I_x &= 267 \cdot 10^6\text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- a) 1 mm
- b) 0,5 mm
- c)  0,8 mm
- d) 1,2 mm
- e) 1,8 mm

$$f = \frac{F \cdot l^3}{3 \cdot E \cdot I_x} = \frac{40\,000 \cdot 1500^3}{3 \cdot 210\,000 \cdot 267 \cdot 10^6} = 0,8\text{ mm}$$

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

8. Čelični štap površine poprečnog presjeka  $A=3740\text{ mm}^2$  uklješten je između dva nepomična i nedeformabilna zida sl. 3.4. Za povećanje temperature  $\Delta t=50^\circ\text{C}$  aksijalna sila  $F$  je:



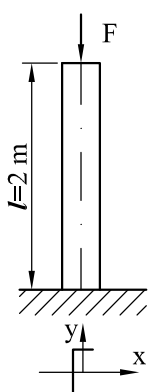
sl. 3.4.

$$\begin{aligned} E &= 2,1 \cdot 10^6\text{ MPa} \\ \alpha_t &= 12,5 \cdot 10^{-6} \\ \sigma_t &= \alpha_t \cdot \Delta t \cdot E = 12,5 \cdot 10^{-6} \cdot 50 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \\ \sigma_t &= 131,25\text{ MPa} \\ F &= A \cdot \sigma_t = 3740 \cdot 131,25 = 490875\text{ N} \end{aligned}$$

- a) 90875 N
- b)  490875 N
- c) 120875 N
- d) 130875 N
- e) 120575 N

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

9. Za čelični štap  $\square 30$  koji je opterećen kao na sl. 3.5. koeficijent vitkosti  $\lambda$  je:



sl. 3.5.

$$\begin{aligned} A &= 5880\text{ mm}^2 \\ I_0 &= 2l \\ I_{\min} &= I_y = 495 \cdot 10^4\text{ mm}^4 \\ i_{\min} &= \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}} = \sqrt{\frac{4950000}{5880}} = 29\text{ mm} \\ \lambda &= \frac{I_0}{i_{\min}} = \frac{2 \cdot 2000}{29} = 137,93 \end{aligned}$$

- a)  137,93
- b) 83,85
- c) 105
- d) 120,58
- e) 150,85

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

10

# TEHNIČKA MEHANIKA-TEORIJSKI DIO

Ostvareni bodi:

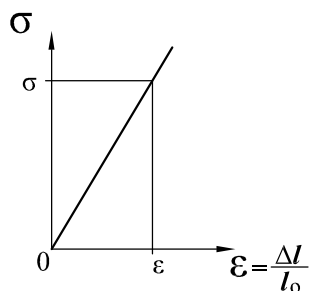
Mogući bodi:

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

LIST BROJ: 4.

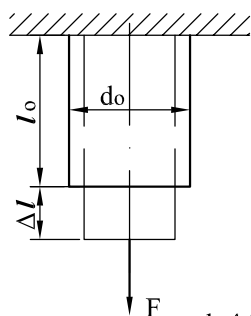
**10. Pažljivo pročitajte tekst zadatka, izaberite odgovarajuće postupke rješavanja i primjenite ih u pravilnom redoslijedu.**



sl. 4.1.

Na sl. 4.1. prikazan je dio dijagrama  $\sigma$ - $\epsilon$  u elastičnom području. Iz dijagrama se vidi linearna ovisnost naprezanja o relativnom produljenju.

- a) Izvedite izraz za izračunavanje ukupnog ili apsolutnog produljenja  $\Delta l$  u elastičnom području, sl. 4.2.
- b) Pokažite da je Youngov modul elastičnosti naprezanje koje bi bilo potrebno da se ispitni uzorak u elastičnom području izduži za početnu duljinu.



sl. 4.2.

- a) 1. korak - Hookeov zakon izražava linearnu ovisnost između naprezanja i relativnog uzdužnog produljenja

$$\sigma = \epsilon \cdot E \quad (1)$$

2. korak - U štapu, sl 4.2. će djelovati naprezanje:

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (2)$$

3. korak - Relativno produljenje kao omjer apsolutnog produljenja i početne duljine štapa je:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} \quad (3)$$

4. korak - Uvrštavanje ovih zakonitosti u izraz (1)

$$\frac{F}{A} = \frac{\Delta l}{l_0} \cdot E \quad (4)$$

5. korak - Iz (4) slijedi formula za izračunavanje ukupnog produljenja u elastičnom području

$$\Delta l = \frac{F \cdot l_0}{A \cdot E}$$

- b) 1. korak - Da se ispitni uzorak u elastičnom području izduži za početnu duljinu bilo bi:

$$\Delta l = l_0$$

2. korak - Tada je:

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0} = 1$$

3. korak - Iz ovih uvjeta slijedi:  $\sigma = 1 \cdot E$  odnosno

$$\sigma = E$$

2

2

2

2

2

1

2

1

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

14

REPUBLIKA HRVATSKA  
MINISTARSTVO ZNANOSTI, OBRAZOVANJA I ŠPORTA  
AGENCIJA ZA STRUKOVNO OBRAZOVANJE  
DRUŠTVO ZA STRUKOVNO OBRAZOVANJE

MEĐUŽUPANIJSKO NATJECANJE  
UČENIKA  
STROJARSKIH ZANIMANJA  
2009. godine

TEHNIČKA MEHANIKA – PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

List broj:	Ostvareni bodovi na listu:	Mogući bodovi na listu:
1.		12
2.		12
3.		12
4.		12
5.		12
<b>Ukupno bodova:</b>		<b>60</b>

**Povjerenstvo:** 1. \_\_\_\_\_  
2. \_\_\_\_\_  
3. \_\_\_\_\_  
4. \_\_\_\_\_  
5. \_\_\_\_\_

U \_\_\_\_\_, 26. veljače 2009. god.

## NAPUTAK ZA RJEŠAVANJE ZADATAKA

Pred vama se nalazi pet numeričkih problemskih zadataka iz tehničke mehanike. Za potrebe ovog natjecanja razlikovat ćemo dva zadatka iz statike i tri zadatka iz nauke o čvrstoći.

Za upute, rješavanje zadataka i prikupljanje predviđeno je 120 minuta.

Pažljivo pročitajte svaki zadatak. Ukoliko neki zadatak ne znate riješiti, ne zadržavajte se na njemu, već prijedite na slijedeće zadatke. Kada pročete sve zadatke vratite se na one koje niste riješili pa pokušajte ponovo.

Potreban pribor: kalkulator, kemijska olovka, pribor za pisanje i crtanje.

Literatura: strojarski priručnik

Računske operacije možete vršiti na pomoćnom papiru, a konačne odgovore upišite kemijskom olovkom u prostor za rješavanje zadataka.

Konačna rješenja upišite na crte u donjem desnom dijelu prostora za rješavanje zadatka.

Kod dimenzioniranja usvajamo standardne promjere, a druge veličine na dvije decimale.

Na svakom listu popunite rubriku: Zaporka: \_\_\_\_\_

## KRITERIJ ZA VREDNOVANJE

Zadaci su vrednovani s maksimalno 60 bodova. Za svaki dio zadatka predviđen je određeni broj bodova u desnom stupcu.

U prostoru za rješavanje zadataka mora biti vidljivo da je:

- upotrebljena prikladna procedura
- procedura izvedena do kraja
- rješenje prihvatljivo, provjereno i točno u granicama 3%.

Prepravljani i brisani odgovori se ne vrednuju.

U rubriku za upis ostvarenih bodova ne upisuje se  $\frac{1}{2}$  boda.



# TEHNIČKA MEHANIKA-PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

LIST BROJ: 1.

Ostvareni bod:

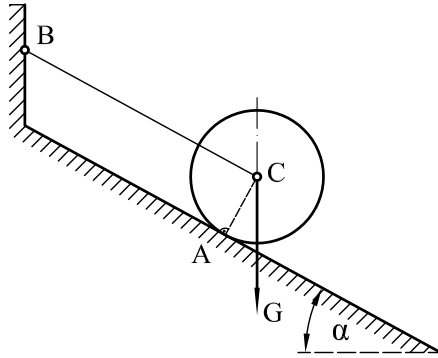
Mogući bod:

**1. Zadatak:**

Kugla težine  $G=4 \text{ kN}$  (sl.1.) privezana je pomoću užeta za točku (B), a u točki (A) se oslanja na kosu podlogu nagnutu pod kutom  $\alpha=30^\circ$ . Odredite grafičkom i analitičkom metodom:

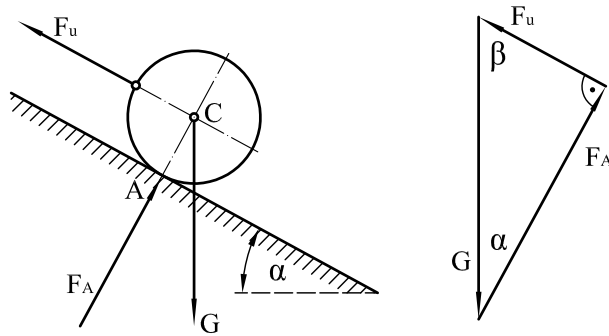
a) reakciju  $F_A$  u točki (A)

b) silu u užetu  $F_u$ , ako je uže paralelno s podlogom



sl.1.

Prostor za rješavanje zadatka:



$$M_F = \frac{1 \text{ kN}}{1 \text{ cm}}$$

grafička metoda

$$F_A = |F_A| \cdot M_F = 3,5 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{1 \text{ cm}} = 3,5 \text{ kN}$$

$$F_u = |F_u| \cdot M_F = 2 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{1 \text{ cm}} = 2 \text{ kN}$$

analitička metoda

$$F_A = G \cdot \cos \alpha = 4 \cdot \cos 30^\circ = 4 \cdot 0,866 = 3,46 \text{ kN}$$

$$F_u = G \cdot \sin \alpha = 4 \cdot \sin 30^\circ = 4 \cdot 0,5 = 2 \text{ kN}$$

grafička metoda

$$F_A = 3,5 \text{ kN} = 3500 \text{ N}$$

$$F_u = 2 \text{ kN} = 2000 \text{ N}$$

analitička metoda

$$F_A = 3,46 \text{ kN} = 3460 \text{ N}$$

$$F_u = 2 \text{ kN} = 2000 \text{ N}$$

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

12

# TEHNIČKA MEHANIKA - PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

 LIST BROJ: 2.

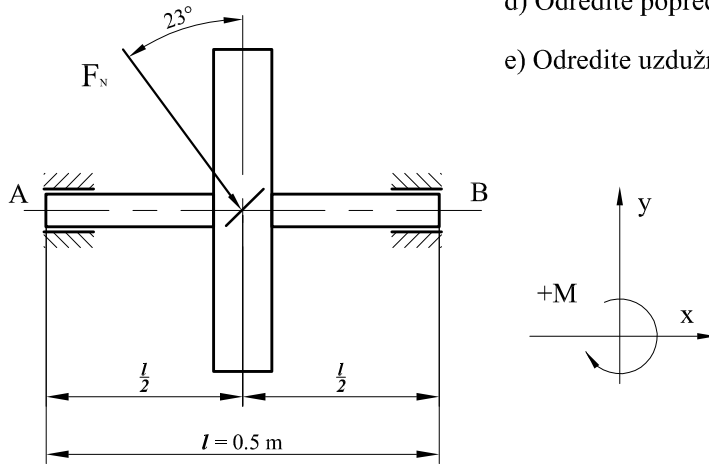
Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

## 2. Zadatak

Vratilo prema sl.2. nosi zupčanik s kosim zubima koji je opterećen normalnom silom  $F_N=35 \text{ kN}$ .

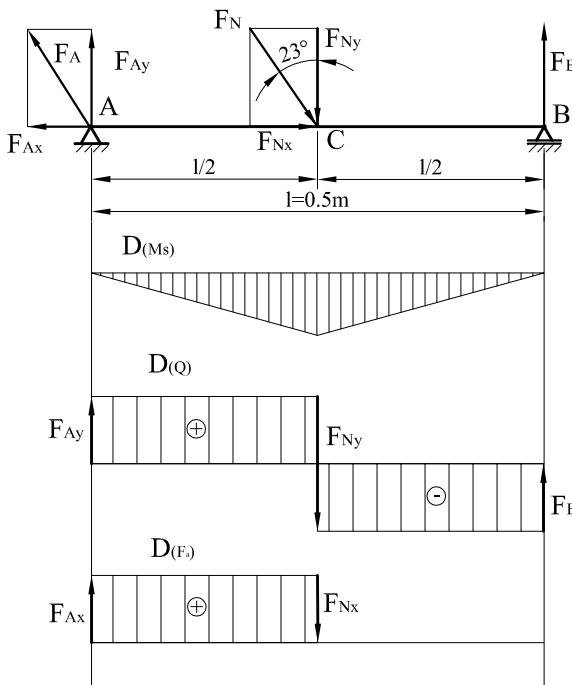
- Nacrtajte statički model nosača na dva oslonca koji je opterećen kosom silom  $F_N$ . Oslonac A je nepomičan.
- Izračunajte reakcije u osloncima  $F_A$  i  $F_B$
- Odredite najveći moment savijanja i nacrtajte dijagram  $D(M_s)$
- Odredite poprečne sile  $Q_1$  i  $Q_2$  te nacrtajte dijagram  $D(Q)$
- Odredite uzdužne (aksijalne) sile  $F_a$  i nacrtajte dijagram  $D(F_a)$



sl.2.

Prostor za rješavanje zadatka:

a) statički model nosača



$$\text{IZ (1) } F_{Ax} = F_{Nx} = 13650 \text{ N}$$

$$\text{IZ (3) } F_B = F_{Ny} / 2 = 16100 \text{ N}$$

$$\text{IZ (2) } F_{Ay} = F_{Ny} - F_B = 16100 \text{ N}$$

$$F_A = \sqrt{F_{Ax}^2 + F_{Ay}^2} = \sqrt{13650^2 + 16100^2}$$

$$F_A = 21107,64 \text{ N}$$

$$F_B = \underline{16100 \text{ N}}$$

$$F_A = \underline{21107,64 \text{ N}}$$

c) Najveći moment savijanja

$$M_{smax} = F_{Ay} \cdot l/2 = 16100 \cdot 0,25$$

$$M_{smax} = 4025 \text{ Nm}$$

 $D(M_s)$ 

d) Poprečne sile

$$M_{smax} = \underline{4025 \text{ Nm}}$$

I. polje

$$Q_1 = F_{Ay} = 16100 \text{ N}$$

II. polje

$$Q_2 = F_{Ay} - F_{Ny}$$

$$Q_2 = -16100 \text{ N}$$

 $D(Q)$ 

$$Q_1 = \underline{16100 \text{ N}}$$

e) Uzdužne sile

$$F_a = F_{Nx} = 13650 \text{ N}$$

(na dijelu AC sila  $F_{Nx}$

nastoji nosač rastegnuti)

$$Q_2 = \underline{-16100 \text{ N}}$$

b) Reakcije u osloncima

$$F_{Nx} = F_N \cdot \sin 23^\circ = 35000 \cdot 0,39 = 13650 \text{ N}$$

$$F_{Ny} = F_N \cdot \cos 23^\circ = 35000 \cdot 0,92 = 32200 \text{ N}$$

$$\sum F_{xi} = 0 \Rightarrow -F_{Ax} + F_{Nx} = 0 \quad (1)$$

$$\sum F_{yi} = 0 \Rightarrow F_{Ay} - F_{Ny} + F_B = 0 \quad (2)$$

$$\sum M_A = 0 \Rightarrow F_{Ny} \cdot l/2 - F_B \cdot l = 0 \quad (3)$$

 $D(F_a)$ 

$$F_a = \underline{13650 \text{ N}}$$

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

12

# TEHNIČKA MEHANIKA - PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

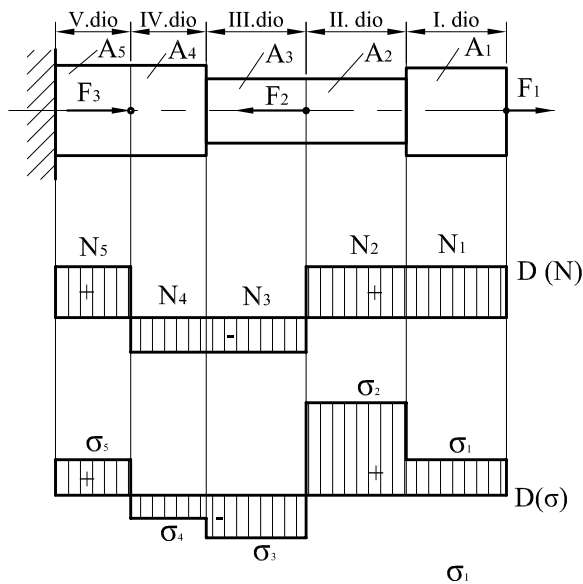
RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

 LIST BROJ: 3.

Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

### 3. Zadatak

 Za čalični štap koji je opterećen vanjskim silama  $F_1=80$  kN,  $F_2=120$  kN i  $F_3=100$  kN odredite:


- uzdužne sile  $N_1, N_2, N_3, N_4, N_5$  u svakom od navedenih dijelova štapa prema sl.3.
- normalna naprezanja u poprečnim presjecima štapa  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3, \sigma_4$  i  $\sigma_5$  ako je  $A_1=1000$  mm<sup>2</sup>,  $A_2=A_3=500$  mm<sup>2</sup>,  $A_4=A_5=800$  mm<sup>2</sup>
- nacrtajte dijagram uzdužnih sila  $D(N)$
- nacrtajte dijagram naprezanja  $D(\sigma)$

(Granice dijelova štapa određene su prema hvatištima vanjskih sila i mjestima promjene poprečnog presjeka štapa)

D (N)

D(σ)

sl.3

Prostor za rješavanje zadatka:

- a) Uz uvjet da su unutrašnje i vanjske sile u ravnoteži u poprečnom presjeku štapa za:

 I.dio štapa  $N_1=F_1=80$  kN (vlačno opterećenje)

 II.dio štapa  $N_2=F_1=80$  kN (vlačno opterećenje)

 III.dio štapa  $N_3=F_1-F_2=80-120= -40$  kN (tlačno opterećenje)

 IV.dio štapa  $N_4=F_1-F_2=80-120= -40$  kN (tlačno opterećenje)

 V.dio štapa  $N_5=F_1-F_2+F_3=80-120+100= 60$  kN (vlačno opterećenje)

$$N_1= \underline{80 \text{ kN}}$$

$$N_2= \underline{80 \text{ kN}}$$

$$N_3= \underline{-40 \text{ kN}}$$

$$N_4= \underline{-40 \text{ kN}}$$

$$N_5= \underline{60 \text{ kN}}$$

- b) Normalna naprezanja u poprečnim presjecima štapa određujemo tako da veličinu uzdužne sile  $N_1, N_2, N_3 \dots$  podijelimo odgovarajućom površinom  $A_1, A_2, A_3 \dots$

$$\text{I.dio štapa } \sigma_1= \frac{N_1}{A_1} = \frac{80000}{1000} = 80 \text{ MPa}$$

$$\text{II.dio štapa } \sigma_2= \frac{N_2}{A_2} = \frac{80000}{500} = 160 \text{ MPa}$$

$$\text{III.dio štapa } \sigma_3= \frac{N_3}{A_3} = \frac{-40000}{500} = -80 \text{ MPa}$$

$$\text{IV.dio štapa } \sigma_4= \frac{N_4}{A_4} = \frac{-40000}{800} = -50 \text{ MPa}$$

$$\text{V.dio štapa } \sigma_5= \frac{N_5}{A_5} = \frac{60000}{800} = 75 \text{ MPa}$$

Najveće naprezanje je u II.dijelu štapa:

$$\sigma_{\max}=\sigma_2=160 \text{ MPa}$$

$$\sigma_1= \underline{80 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_2= \underline{160 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_3= \underline{-80 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_4= \underline{-50 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_5= \underline{75 \text{ MPa}}$$

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

12

# TEHNIČKA MEHANIKA - PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

 LIST BROJ: 4.

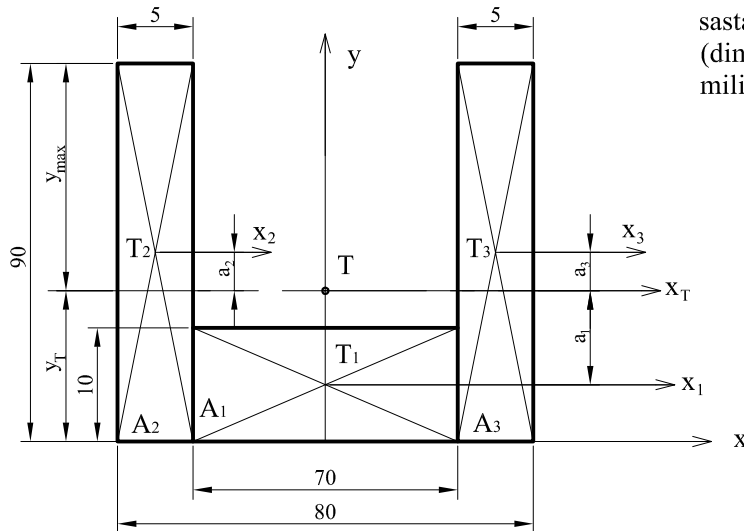
Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

## 4. Zadatak

Za plohu prema sl.4. izračunajte:

- koordinatu težišta  $y_T$  u zadanom koordinatnom sustavu
- aksijalni moment inercije i otpora  $s$  obzirom na os  $x_T$  koja prolazi kroz težište sastavljene plohe.  
(dimenzije presjeka zadane su u milimetrima)



sl.4.

Prostor za rješavanje zadatka:

$$a) \quad y_T = \frac{A_1 y_1 + A_2 y_2 + A_3 y_3}{A_1 + A_2 + A_3} = \frac{70 \cdot 10 \cdot 5 + 5 \cdot 90 \cdot 45 + 5 \cdot 90 \cdot 45}{700 + 450 + 450} = \frac{44000}{1600} = 27,5 \text{ mm}$$

$$b) \quad a_1 = y_T - 5 = 27,5 - 5 = 22,5 \text{ mm}$$

$$a_2 = y_2 - y_T = 45 - 27,5 = 17,5 \text{ mm}$$

$$a_3 = y_3 - y_T = 45 - 27,5 = 17,5 \text{ mm}$$

$$I_{x_{T1}} = \frac{70 \cdot 10^3}{12} + A_1 \cdot a_1^2 = 5833,33 + 70 \cdot 10 \cdot 22,5^2 = 360208,33 \text{ mm}^4$$

$$I_{x_{T2}} = \frac{5 \cdot 90^3}{12} + A_2 \cdot a_2^2 = 303750 + 90 \cdot 5 \cdot 17,5^2 = 441562,50 \text{ mm}^4$$

$$I_{x_{T3}} = \frac{5 \cdot 90^3}{12} + A_3 \cdot a_3^2 = 303750 + 90 \cdot 5 \cdot 17,5^2 = 441562,50 \text{ mm}^4$$

$$I_{x_T} = I_{x_{T1}} + I_{x_{T2}} + I_{x_{T3}} = 1243333,33 \text{ mm}^4$$

$$W_{x_T} = \frac{I_{x_T}}{y_{\max}} = \frac{1243333,33}{62,5} = 19893,33 \text{ mm}^3$$

$$y_{\max} = 90 - y_T = 90 - 27,5 = 62,5 \text{ mm}$$

$$y_T = \underline{27,5 \text{ mm}}$$

$$I_{x_T} = \underline{1243333,33 \text{ mm}^4}$$

$$W_{x_T} = \underline{19893,33 \text{ mm}^3}$$

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

4

4

4

12

# TEHNIČKA MEHANIKA - PRAKTIČNI ZADACI

ZAPORKA: \_\_\_\_\_

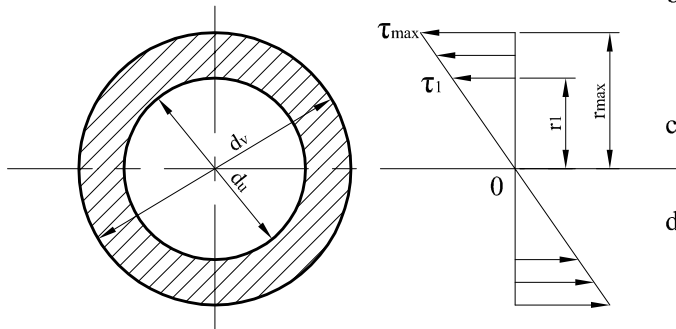
RADNO MJESTO: \_\_\_\_\_

 LIST BROJ: 5.

Ostvareni bodi:

Mogući bodi:

## 5. Zadatak

 Za šuplje vratilo (sl.5.) koje pri vrtnji od  $n=15s^{-1}$  prenosi snagu od  $P=10kW$  izračunajte:


sl.5.

- moment uvijanja vratila  $M_u$
- polarni moment inercije i otpora površine poprečnog presjeka ako je  $d_v=30mm$ , a  $d_u=20mm$
- naprezanja u slojevima materijala  $\tau_{max}$  i  $\tau_1$  prema raspodjeli naprezanja (sl.5.)
- kut uvijanja vratila ako je  $l=0.4 m$ , a  $G=80000 MPa$

Prostor za rješavanje zadatka:

$$a) M_u = 0,159 \cdot \frac{P}{n} = 0,159 \cdot \frac{10000}{15} = 106 \text{ Nm}$$

$$b) I_p = \frac{d_v^4 \pi}{32} (1 - \beta^4) = \frac{30^4 \cdot 3,14}{32} (1 - 0,67^4) = 79481,25 (1 - 0,20) = 63585 \text{ mm}^4$$

$$\beta = \frac{d_u}{d_v} = \frac{20}{30} = 0,67$$

$$W_p = \frac{I_p}{r_{max}} = \frac{I_p}{\frac{d_v}{2}} = \frac{2 \cdot I_p}{d_v} = \frac{2 \cdot 63585}{30} = 4239 \text{ mm}^3$$

$$c) \tau_{max} = \frac{M_u}{W_p} = \frac{106000}{4239} = 25 \text{ MPa}$$

Iz linearnog zakona za naprezanje vrijedi:

$$\tau_1 : \tau_{max} = r_1 : r_{max} \text{ (sl.5.)}$$

$$\tau_1 = \frac{r_1}{r_{max}} \cdot \tau_{max} = \frac{\frac{d_u}{2}}{\frac{d_v}{2}} \cdot \tau_{max} = \frac{d_u}{d_v} \cdot \tau_{max}$$

$$\tau_1 = \beta \cdot \tau_{max} = 0,67 \cdot 25 = 16,75 \text{ MPa}$$

$$d) \varphi^\circ = \frac{180}{\pi} \cdot \frac{M_u \cdot l}{G \cdot I_p}$$

$$\varphi^\circ = 57,32 \cdot \frac{106 \cdot 10^3 \cdot 4 \cdot 10^2}{8 \cdot 10^4 \cdot 6358,5 \cdot 10} = 57,32 \cdot \frac{10^5 \cdot 424}{10^5 \cdot 50868}$$

$$\varphi = 0,48^\circ$$

$$M_u = \underline{106 \text{ Nm}}$$

$$I_p = \underline{63585 \text{ mm}^4}$$

$$W_p = \underline{4239 \text{ mm}^3}$$

$$\tau_{max} = \underline{25 \text{ MPa}}$$

$$\tau_1 = \underline{16,75 \text{ MPa}}$$

$$\varphi = \underline{0,48^\circ}$$

UKUPNO OSTVARENI BODOVI NA LISTU:

12