

**REPUBLIKA HRVATSKA**



**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

**Miomir Stojnović**

**OSNOVE POLJOPRIVREDNOG STROJARSTVA**

**PRAKTIKUM**

**(Zbirka riješenih zadataka)**



**KRIŽEVCI, 2021.**

Nakladnik

**VISOKO GOSPODARSKO UČILIŠTE U KRIŽEVCIMA**

Glavni urednik

*mr. sc. Miomir Stojnović*

Tehnički urednik

*dr. sc. Tatjana Tušek*

Recenzenti

*prof. dr. sc. Dubravko Filipović*

*mr. sc. Vlado Kušec*

Lektor

*Marina Vidović Krušić, prof.*

**©Copyright**

Autor i Visoko gospodarsko učilište u Križevcima

Križevci, 2021.

ISBN 978-953-6205-43-1

(On line 12.5.2021.)

Elektronička publikacija

# Sadržaj

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. STROJNI MATERIJALI</b> .....	2
<b>3. ELEMENTI STROJEVA</b> .....	5
<b>3.1. Remenski prijenos</b> .....	5
<b>3.2. Zupčani prijenos</b> .....	7
<b>3.2.1. Proračun zubnog koraka i modula zupčanika</b> .....	7
<b>3.2.2. Proračun broja okretaja zupčanika</b> .....	8
<b>4. TRENJE, MAZIVA I PODMAZIVANJE</b> .....	10
<b>4.1. Trenje</b> .....	10
<b>4.2. Maziva i podmazivanje</b> .....	12
<b>5. RADNI STROJEVI</b> .....	14
<b>5.1. Crpke</b> .....	14
<b>5.2. Hidraulična dizalica</b> .....	16
<b>5.3. Vijčana dizalica</b> .....	17
<b>6. POGONSKI STROJEVI – MOTORI</b> .....	18
<b>6.1. Motori s unutrašnjim izgaranjem</b> .....	18
<b>6.2. Elektromotori</b> .....	22
<b>7. POLJOPRIVREDNI TRAKTORI</b> .....	25
<b>7.1. Bilanca snage traktora</b> .....	25
<b>7.2. Vučna bilanca traktora</b> .....	27
<b>7.3. Traktorsko-strojni agregati (TSA)</b> .....	29
<b>7.3.1. Radni otpor priključnog stroja – oruđa</b> .....	29
<b>7.3.2. Radni otpor lemešnog pluga</b> .....	30
<b>7.3.3. Proizvodnost rada traktorsko-strojnog agregata (radni učinak)</b> .....	32
<b>8. DODATAK</b> .....	34
<b>8.1. Međunarodni sustav mjernih jedinica</b> .....	34
<b>OSNOVNE SI JEDINICE</b> .....	34
<b>Tablica 1. Osnovne mjerne jedinice SI sustava</b> <sup>[3]</sup> .....	34
<b>Definicije osnovnih mjernih jedinica SI sustava</b> .....	34
<b>Tablica 2. Primjeri izvedenih SI jedinica koje su izražene pomoću osnovnih jedinica</b> <sup>[3]</sup> .....	36
<b>Tablica 3. Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima</b> <sup>[3]</sup> .....	37
<b>Tablica 4. Primjeri izvedenih SI jedinica čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima</b> <sup>[3]</sup> .....	38
<b>Tablica 5. Jedinice izvan SI sustava koje se upotrebljavaju s međunarodnim sustavom jedinica</b> <sup>[3]</sup> .....	39
<b>Tablica 6. Druge jedinice izvan SI sustava</b> <sup>[3]</sup> .....	39

<b>Tablica 7.</b> Mjerne jedinice dozvoljene samo za posebnu uporabu <sup>[3]</sup> .....	40
<b>Tablica 8.</b> Jedinice koje se definiraju na temelju SI jedinica, ali nisu njihovi decimalni višekratnici ili nižekratnici <sup>[3]</sup> .....	40
<b>Tablica 9.</b> Decimalne mjerne jedinice – SI predmetci <sup>[3]</sup> .....	41
<b>9. LITERATURA</b> .....	42
<b>10. POPIS ILUSTRACIJA</b> .....	44
Tehničko – urednički podaci praktikuma: „Osnove poljoprivrednog strojarstva“ .....	45
<b>11. BILJEŠKA O AUTORU</b> .....	46

## 1. UVOD

Poljoprivredno strojarstvo grana je strojarstva koja obuhvaća konstruiranje, proizvodnju, korištenje i održavanje poljoprivrednih strojeva, uređaja i opreme za sva područja poljoprivredne proizvodnje. Upravo je razvoj poljoprivrednih strojeva i njihova primjena u poljoprivredi omogućila ubrzan tehnološki razvoj i modernizaciju te najstarije grane čovjekove djelatnosti.

Strojarstvo se oslanja na brojne bazične teorijske i primijenjene znanstvene discipline, kao što su matematika, fizika, kemija, elektrotehnika i računarstvo, ali i na neke društvene i humanističke znanstvene discipline, kao što su ekonomija, psihologija, sociologija te informacijske i komunikacijske znanosti.

Primjena strojeva u poljoprivredi znatno olakšava izvođenje raznih tehnoloških procesa, smanjuje udio ljudskoga rada, a povećava proizvodnost i kvalitetu obavljenoga posla. No, u poljoprivrednome strojarstvu moraju se uzeti u obzir određene specifičnosti poljoprivredne proizvodnje, a to su:

- sezonski karakter poljoprivredne proizvodnje – sezonsko korištenje strojeva
- promjenljivost klimatskih i edafskih čimbenika poljoprivredne proizvodnje
- primjena rada strojeva na žive organizme

Zbog navedenih specifičnosti, korištenje poljoprivrednih strojeva vezano je uz određene vremenske – agrotehničke rokove kao i uz neujednačene radne uvjete. Nepovoljni uvjeti klime i tla mogu čak onemogućiti korištenje i rad strojeva (kiša, vjetar, raskvašeno, blatno tlo i sl.).

Usvajanje znanja i vještina iz područja poljoprivrednoga strojarstva jedan je od preduvjeta za uspješno bavljenje poljoprivrednom proizvodnjom, pa tako i za stručnost i kompetentnost budućih poljoprivrednih inženjera – agronoma, pri čemu je od osobite važnosti njihova sposobnost rješavanja različitih problemskih zadataka, izračuna.

Ovaj priručnik, *Zbirka riješenih zadataka iz područja poljoprivrednog strojarstva*, pripremljen je s ciljem da pomogne studentima u stjecanju specifičnih znanja i vještina potrebnih za uspješno rješavanje različitih zadataka vezanih uz strojne materijale, izračune napreznja, pravilno dimenzioniranje strojnih dijelova poljoprivrednih strojeva i uređaja, kao i racionalan odabir poljoprivrednih strojeva i opreme uzimajući u obzir proizvodne kapacitete te strukturu proizvodnje gospodarstva.

*Autor*

## 2. STROJNI MATERIJALI

- 2.1. Izračunajte naprežanje štapa  $\sigma$  (N/mm<sup>2</sup>) promjera  $D = 20$  mm opterećenog vlačnom silom od  $F = 25$  kN.

**Rješenje:**

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad [N/mm^2] = \frac{25000}{314} = 79,62 \text{ N/mm}^2$$

$$A_0 = \frac{D^2 \times \pi}{4} = \frac{20^2 \times 3,14}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

- 2.2. Izračunajte promjer štapa  $D$  (mm) za vlačno opterećenje od  $F = 20$  kN ako je dozvoljeno naprežanje  $\sigma_d = 65$  N/mm<sup>2</sup>.

**Rješenje:**

$$A_0 = \frac{F}{\sigma_d} = \frac{20000}{65} = 307,69 \text{ mm}^2$$

$$A_0 = \frac{D^2 \times \pi}{4} \rightarrow D = \sqrt{\frac{4 \times A_0}{\pi}} \rightarrow D = 2 \times \sqrt{\frac{A_0}{\pi}} \rightarrow D = 2 \times \sqrt{\frac{307,69}{3,14}} = 19,8 \approx 20 \text{ mm}$$

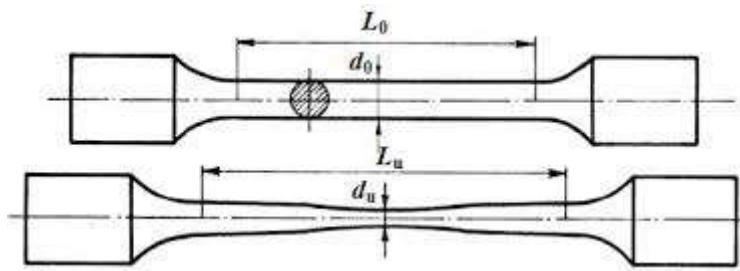
- 2.3. Izračunajte maksimalno moguće opterećenje štapa  $F$  (kN) promjera  $D = 20$  mm ako je dozvoljeno naprežanje  $\sigma_d = 75$  N/mm<sup>2</sup>.

**Rješenje:**

$$F = \sigma_d \times A = 75 \times 314 = 23550 \text{ N} = 23,55 \text{ kN}$$

$$A = \frac{D^2 \times \pi}{4} = \frac{20^2 \times 3,14}{4} = 314 \text{ mm}^2$$

- 2.4. Izračunajte relativno produljenje ( $\epsilon$ ), poprečnu dilataciju ( $\epsilon_p$ ) i završni promjer ( $d_1$ ) probne palice početne duljine  $l_0 = 200$  mm, početnog promjera  $d_0 = 20$  mm ako je vlačnim opterećenjem došlo do istežanja od 5 mm ( $\Delta l = 5$  mm), a Poissonov koeficijent ( $\mu$ ) iznosi 0,3.



Slika 1. Vlačni pokus – probna palica <sup>[11]</sup>

**Rješenje:**

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0} = \frac{5}{200} = 0,025$$

$$\varepsilon_p = \mu \times \varepsilon = 0,3 \times 0,025 = 0,0075$$

$$\Delta d = d_0 \times \varepsilon_p = 20 \times 0,0075 = 0,15 \text{ mm}$$

$$d_1 = d_0 - \Delta d = 20 - 0,15 = 19,85 \text{ mm}$$

- 2.5. Izračunajte dozvoljeno naprežanje  $\sigma_d$  (N/mm<sup>2</sup>) vijka opterećenog na vlak ako je materijal izrade vijka maksimalne čvrstoće  $\sigma_m = 450$  N/mm<sup>2</sup>, a faktor sigurnosti  $\sqrt{m} = 6$ .



Slika 2. Lom vijka uslijed preopterećenja <sup>[12]</sup>

**Rješenje:**

$$\sigma_d = \frac{\sigma_m}{\sqrt{m}} = \frac{450}{6} = 75 \text{ N/mm}^2$$

- 2.6. Izračunajte potrebni promjer vijka  $D$  (mm) za predviđeno opterećenje vlačnom silom  $F = 4000$  N ako je granica elastičnosti materijala  $\sigma_e = 270$  N/mm<sup>2</sup>, a potreban faktor sigurnosti  $\sqrt{e} = 1,5$ .

**Rješenje:**

$$\sigma_d = \frac{\sigma_e}{\nu_e} = \frac{270}{1,5} = 180 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{F}{\sigma_d} = \frac{4000}{180} = 22,22 \text{ mm}^2$$

$$D = 2x \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2x \sqrt{\frac{22,22}{3,14}} = 5,3 \text{ mm}$$

- 2.7.** Izračunajte maksimalno dozvoljeno vlačno opterećenje  $F$  (kN) štapa promjera  $D = 10$  mm ako je lomna čvrstoća materijala  $\sigma_L = 450 \text{ N/mm}^2$ , a granica sigurnosti u odnosu na lomnu čvrstoću  $\nu_L = 3$ .

**Rješenje:**

$$F = \sigma_D \times A = \frac{\sigma_L}{\nu_L} \times \frac{D^2 \times \pi}{4} = \frac{450}{3} \times \frac{10^2 \times 3,14}{4}$$

$$F = 150 \times 78,5 = 11775 \text{ N} = 11,775 \text{ kN}$$

- 2.8.** Izračunajte dozvoljeno naprezanje  $\sigma_d$  ( $\text{N/mm}^2$ ) i minimalno potreban promjer štapa  $D$  (mm) opterećenog vlačnom silom  $F = 46 \text{ kN}$  ( $46000 \text{ N}$ ) ako je maksimalna čvrstoća materijala  $\sigma_m = 480 \text{ N/mm}^2$ , a faktor sigurnosti u odnosu na maksimalnu čvrstoću  $\nu_m = 4$ .

**Rješenje:**

$$\sigma_d = \frac{\sigma_m}{\nu_m} = \frac{480}{4} = 120 \text{ N/mm}^2$$

$$A = \frac{F}{\sigma_d} = \frac{46000}{120} = 383,33 \text{ mm}^2$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2 \times \sqrt{\frac{383,33}{3,14}} = 22,1 \text{ mm}$$



### 3. ELEMENTI STROJEVA

#### 3.1. Remenski prijenos



Slika 3. Primjer remenskog prijenosa s klinastim remenjem <sup>[13]</sup>

- 3.1.1.** Izračunajte promjer gonjene remenice  $D_2$  (mm) ako je promjer pogonske remenice  $D_1 = 230$  mm, broj okretaja pogonske remenice  $n_1 = 900 \text{ min}^{-1}$ , broj okretaja gonjene remenice  $n_2 = 450 \text{ min}^{-1}$ , a klizanje remena 2 % ( $\delta = 0,02$ ).

**Rješenje:**

Teoretski proračun:

$$D_{2t} = D_1 \times \frac{n_1}{n_2} = 230 \times \frac{900}{450} = 460 \text{ mm}$$

Stvarni proračun:

$$D_2 = D_{2t} - (\delta \times D_{2t}) = 460 - (0,02 \times 460) = 450,8 \text{ mm}$$

- 3.1.2.** Izračunajte broj okretaja pogonske remenice  $n_1$  ( $\text{min}^{-1}$ ) ako je promjer pogonske remenice  $D_1 = 270$  mm, promjer gonjene remenice  $D_2 = 120$  mm, broj okretaja gonjene remenice  $n_2 = 1600 \text{ min}^{-1}$ , a klizanje remena  $\delta = 0,01$ .

**Rješenje:**

Teoretski proračun:

$$n_{1t} = n_2 \times \frac{D_2}{D_1} = 1600 \times \frac{120}{270} = 711,11 \text{ min}^{-1}$$

Stvarni proračun:

$$n_1 = n_{1t} + (\delta \times n_{1t}) = 711,11 + (0,01 \times 711,11) = 718,22 \text{ min}^{-1}$$

- 3.1.3.** Izračunajte promjer pogonske remenice  $D_1$  (mm) ako je promjer gonjene remenice  $D_2 = 130$  mm, broj okretaja pogonske remenice  $n_1 = 540 \text{ min}^{-1}$ , broj okretaja gonjene remenice  $n_2 = 1370$  mm, a klizanje remena  $\delta = 0,02$ .

**Rješenje:**

Teoretski proračun:

$$D_{1t} = D_2 \times \frac{n_2}{n_1} = 130 \times \frac{1370}{540} = 329,81 \text{ mm}$$

Stvarni proračun:

$$D_1 = D_{1t} + (\delta \times D_{1t}) = 329,81 + (0,02 \times 329,81) = 336,41 \text{ mm}$$

- 3.1.4.** Izračunajte broj okretaja gonjene remenice  $n_2$  ( $\text{min}^{-1}$ ) ako je promjer pogonske remenice  $D_1 = 290$  mm, promjer gonjene remenice  $D_2 = 160$  mm, broj okretaja pogonske remenice  $n_1 = 720 \text{ min}^{-1}$ , a klizanje remena  $\delta = 0,03$ .

**Rješenje:**

Teoretski proračun:

$$n_{2t} = n_1 \times \frac{D_1}{D_2} = 720 \times \frac{290}{160} = 1305 \text{ min}^{-1}$$

Stvarni proračun:

$$n_2 = n_{2t} - (\delta \times n_{2t}) = 1305 - (0,03 \times 1305) = 1265,85 \text{ min}^{-1}$$

## 3.2. Zupčani prijenos



Slika 4. Zupčani prijenos sa stožastim zupčanicima <sup>[14]</sup>

### 3.2.1. Proračun zubnog koraka i modula zupčanika

**3.2.1.1.** Izračunajte zubni korak ( $t$ ) i modul zupčanika ( $m$ ) ako je promjer zupčanika  $d = 60$  mm, a broj zubi na obodu zupčanika  $z = 30$ .

**Rješenje:**

$$t = \frac{d \times \pi}{z} = \frac{60 \times 3,14}{30} = 6,28 \text{ mm}$$

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{6,28}{3,14} = 2 \text{ mm}$$

**3.2.1.2.** Izračunajte zubni korak ( $t$ ) i modul zupčanika ( $m$ ) promjera  $d = 300$  mm ako je broj zubi zupčanika  $z = 30$ .

**Rješenje:**

$$m = \frac{d}{z} = \frac{300}{30} = 10 \text{ mm}$$

$$t = m \times \pi = 10 \times 3,14 = 31,4 \text{ mm}$$

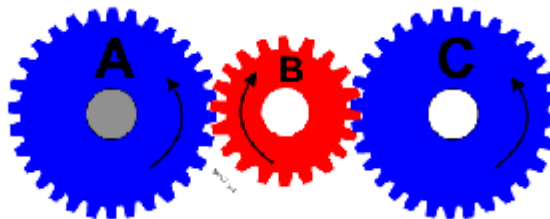
### 3.2.2. Proračun broja okretaja zupčanika

**3.2.2.1.** Izračunajte broj okretaja gonjenog zupčanika  $n_2$  ( $\text{min}^{-1}$ ) ako je broj okretaja pogonskog zupčanika  $n_1 = 600 \text{ min}^{-1}$ , broj zubi pogonskog zupčanika  $z_1 = 28$ , a broj zubi gonjenog zupčanika  $z_2 = 56$ .

**Rješenje:**

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} n_1 = \frac{28}{56} \times 600 = 300 \text{ min}^{-1}$$

**Redni prijenos**



Slika 5. Shema rednog zupčanog prijenosa <sup>[15]</sup>

**3.2.2.2.** Izračunajte broj okretaja gonjenog vratila  $n_2$  ( $\text{min}^{-1}$ ) rednog zupčanog prijenosa ako je broj zubi zupčanika  $z_1 = 51$ ,  $z_2 = 21$ ,  $z_3 = 34$ ,  $z_4 = 17$ , a broj okretaja pogonskog vratila  $n_1 = 300 \text{ min}^{-1}$ .

**Rješenje:**

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_2}{z_3} \times \frac{z_3}{z_4} \times n_1 = \frac{51}{21} \times \frac{21}{34} \times \frac{34}{17} \times 300 = \frac{51}{17} \times 300 = 900 \text{ min}^{-1}$$

**Složeni prijenos**



Slika 6. Shema složenog zupčanog prijenosa <sup>[16]</sup>

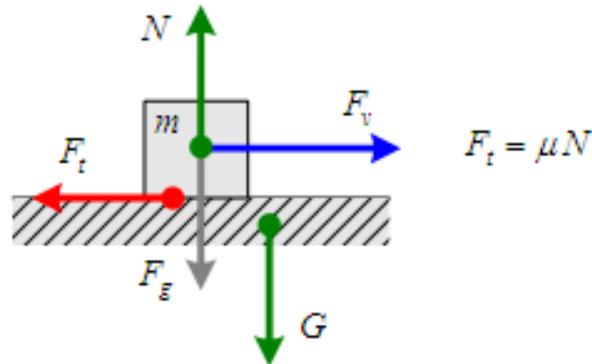
**3.2.2.3.** Izračunajte broj okretaja gonjenog vratila  $n_2$  ( $\text{min}^{-1}$ ) složenog zupčanog prijenosa ako je  $z_1 = 22$ ,  $z_2 = 44$ ,  $z_3 = 22$ ,  $z_4 = 44$ , a broj okretaja pogonskog vratila ( $n_1$ ) = 860  $\text{min}^{-1}$ .

**Rješenje:**

$$n_2 = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} \times n_1 = \frac{22}{44} \times \frac{22}{44} \times 860 = 215 \text{ min}^{-1}$$

## 4. TRENJE, MAZIVA I PODMAZIVANJE

### 4.1. Trenje



Slika 7. Shema trenja klizanja [22]

- 4.1.1.** Izračunajte silu trenja  $F_t$  (N) ako je masa tijela koje klizi ujednačenom brzinom po ravnoj podlozi  $m = 55$  kg, a koeficijent trenja klizanja  $\mu = 0,65$ .

#### Rješenje:

Sila trenja razmjerna je umnošku koeficijenta trenja klizanja ( $\mu$ ) i normalne reakcije podloge ( $F_N$ ) na pritisak tijela koje po njoj klizi. Reakcija podloge jednaka je sili kojom tijelo pritišće podlogu ( $m \times g$ ), ali suprotnog smjera djelovanja.

$$F_t = \mu \times F_N = \mu \times m \times g$$

$$F_t = 0,65 \times 55 \times 9,81 = 350,7 \text{ N}$$

- 4.1.2.** Izračunajte koeficijent trenja klizanja ( $\mu$ ) tijela mase  $m = 80$  kg koje klizi po ravnoj podlozi ujednačenom brzinom djelovanjem sile  $F = 600$  N.

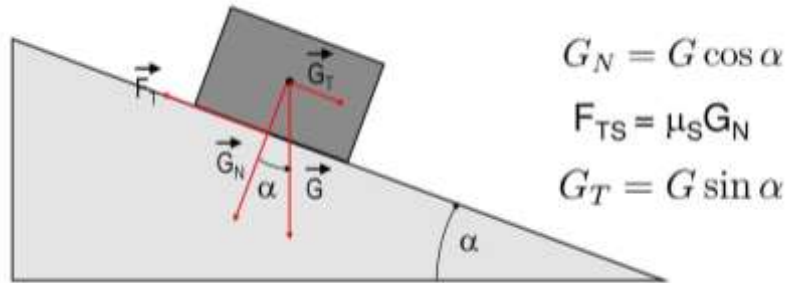
#### Rješenje:

Kod gibanja tijela po ravnoj podlozi ujednačenom brzinom, sila potrebna za vuču i sila trenja tijela s podlogom jednake su veličine, ali suprotnog smjera djelovanja ( $F = F_t$ ).

$$F_t = \mu \times F_N$$

$$\mu = \frac{F_t}{F_N} = \frac{F_t}{m \times g} = \frac{600}{80 \times 9,81} = 0,76$$

**4.1.3.** Izračunajte statički koeficijent trenja ( $\mu_s$ ) za tijelo na kosini prema shemi na slici ako je nagib kosine u trenutku početnog klizanja tijela niz kosinu  $\alpha = 35^\circ$ .

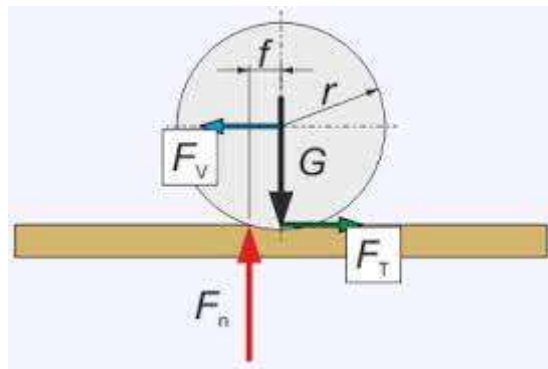


Slika 8. Shema trenja klizanja na kosini <sup>[1]</sup>

**Rješenje:**

$$\mu_s = \frac{F_t}{F_N} = \frac{G \times \sin \alpha}{G \times \cos \alpha} = \tan \alpha = \tan 35^\circ = 0,7$$

**4.1.4.** Izračunajte silu otpora kotrljanja  $F_T$  (N) koja djeluje na kotač pri kretanju po raskvašenoj, blatnoj podlozi ako je koeficijent otpora kotrljanja  $f_k = 0,25$ , a težina prijanjanja kotača o podlogu  $G = 860$  N.



Slika 9. Shema trenja kotrljanja <sup>[23]</sup>

**Rješenje:**

$$F_R = G \times f_k = 860 \times 0,25 = 215 \text{ N}$$

## 4.2. Maziva i podmazivanje

**4.2.1.** Izračunajte viskoznost po Engleru  $\eta$  ( $^{\circ}\text{E}$ ) mineralnog ulja temperature  $50^{\circ}\text{C}$  ako je vrijeme istjecanja 200 ml ulja kroz kalibrirani otvor Englerovog viskozimetra  $\tau^{50} = 234$  s, a vrijeme istjecanja 200 ml vode temperature  $20^{\circ}\text{C}$  je konstanta i iznosi 52 s.

**Rješenje:**

$$\eta = \frac{\tau^{50}}{52} = \frac{234}{52} = 4,5^{\circ}\text{E}$$

**4.2.2.** Izračunajte dinamičku viskoznost sintetičkog motornog ulja  $\mu$  (Pa s) SAE gradacije viskoznosti 10W-40 ako je deklarirana kinematička viskoznost pri temperaturi od  $100^{\circ}\text{C}$   $\nu = 14,0 \text{ mm}^2/\text{s}$  ( $14,0 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ), a gustoća ulja  $\rho = 850 \text{ kg/m}^3$ .

**Rješenje:**

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} \left[ \text{mm}^2/\text{s} \right]$$

$$\mu = \nu \times \rho = 14 \times 10^{-6} \times 850 = 11,9 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$$

**4.2.3.** Izračunajte kinematičku viskoznost  $\nu$  ( $\text{mm}^2/\text{s}$ ) mineralnog ulja za hipoidne zupčaničke prijenosnike SAE gradacije viskoznosti 85W-140 čija je apsolutna (dinamička) viskoznost pri temperaturi od  $100^{\circ}\text{C}$   $\mu = 13,9 \times 10^{-3} \text{ Pa s}$ , a gustoća  $\rho = 860 \text{ kg/m}^3$ .

**Rješenje:**

$$\nu = \frac{\mu}{\rho} = \frac{13,9 \times 10^{-3}}{860} = 16,2 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s} = 16,2 \text{ mm}^2/\text{s}$$



**4.2.4.** Izračunajte protok ulja za podmazivanje  $Q$  (l/s) kroz cijev unutarnjeg promjera  $D = \frac{1}{2}$  " (pola „cola“) ako je brzina protjecanja  $v = 3$  m/s.

**Rješenje:**

$$1 \text{ " } = 25,4 \text{ mm} = 0,254 \text{ dm}$$

$$1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3$$

$$1 \text{ m/s} = 10 \text{ dm/s}$$

$$Q = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times v = \frac{0,127^2 \times 3,14}{4} \times 30 = 0,379 \text{ l/s}$$

**4.2.5.** Izračunajte potreban promjer cijevi  $D$  (mm) za protok ulja za podmazivanje  $Q = 0,5$  l/s brzinom  $v = 2$  m/s.

**Rješenje:**

$$D = \sqrt{\frac{4 \times Q}{\pi \times v}} = 2 \times \sqrt{\frac{Q}{\pi \times v}} = 2 \times \sqrt{\frac{0,5}{3,14 \times 20}} = 0,178 \text{ dm} = 17,8 \text{ mm}$$

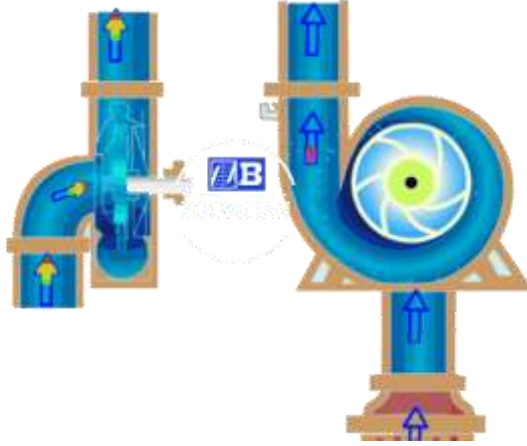
**4.2.6.** Izračunajte brzinu protjecanja ulja za podmazivanje motora  $v$  (m/s) kod protoka ulja  $Q = 36$  l/min (0,6 l/s) kroz cijev unutrašnjeg promjera  $D = 19,05$  mm.

**Rješenje:**

$$v = \frac{4 \times Q}{D^2 \times \pi} = \frac{4 \times 0,6}{0,1905^2 \times 3,14} = 21,06 \text{ dm/s} = 2,1 \text{ m/s}$$

## 5. RADNI STROJEVI

### 5.1. Crpke



Slika 10. Shema centrifugalne crpke <sup>[19]</sup>

**5.1.1.** Izračunajte snagu  $P$  (kW) za pogon centrifugalne crpke kapaciteta  $Q = 18 \text{ m}^3/\text{h}$  vode ako je usisna visina  $H_u = 6 \text{ m V. S.}$ , tlačna visina  $H_t = 15 \text{ m V. S.}$ , otporna visina  $h_o = 18 \text{ m V. S.}$ , izlazni tlak  $p_i = 1,5 \text{ bara}$ , stupanj korisnog djelovanja crpke  $\eta = 0,67$ , a rezerva snage 15 %.

**Rješenje:**

**Manometarska visina  $H_{man}$ :**

$$H_{man} = H_u + H_t + h_o + p_i = 6 + 15 + 18 + 15 = 54 \text{ m V. S.}$$

$$p_i = 1,5 \text{ bar} \times 10 \text{ m/bar} = 15 \text{ m V. S.}$$

**Snaga:**

$$P = \frac{\gamma \times Q \times H_{man}}{\eta \times 102} = \frac{1 \times 5 \times 54}{0,67 \times 102} = 3,95 \text{ kW}$$

$$Q = 18 \text{ m}^3/\text{h} : 3,6 = 5,0 \text{ l/s}$$

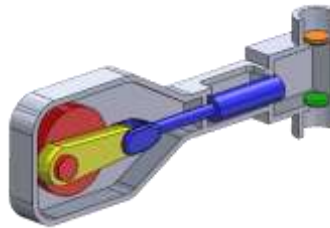
**Rezerva snage 15 % :**

$$\frac{15}{100} \times 3,95 = 0,59 \text{ kW}$$

**Potrebna snaga:**

$$3,95 + 0,59 = 4,54 \text{ kW}$$

**5.1.2.** Izračunajte kapacitet jednoradne stapne crpke  $Q$  (l/s) ako je promjer stapa  $D = 240$  mm (2,4 dm), stapaj  $s = 400$  mm (4 dm), stupanj korisnog djelovanja crpke  $\eta = 0,75$ , a broj okretaja pogonskog vratila stapnog mehanizma  $n = 150 \text{ min}^{-1}$  ( $2,5 \text{ s}^{-1}$ ).



Slika 11. Shema stapne crpke <sup>[20]</sup>

**Rješenje:**

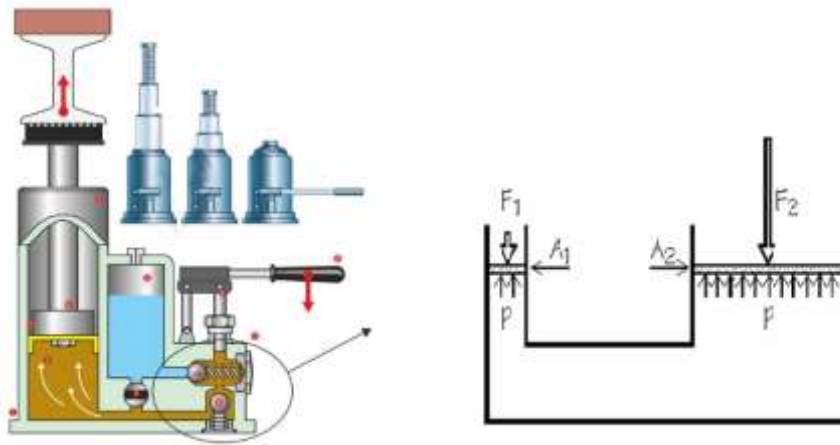
$$Q = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times s \times n \times \eta = \frac{2,4^2 \times 3,14}{4} \times 4 \times 2,5 \times 0,75 = 33,9 \text{ l/s}$$

**5.1.3.** Izračunajte kapacitet dvoradne stapne crpke  $Q$  (l/s) ako je promjer stapa  $D = 180$  mm (1,8 dm), stapaj  $s = 360$  mm (3,6 dm), stupanj korisnog djelovanja crpke  $\eta = 0,9$ , a broj okretaja pogonskog vratila stapnog mehanizma  $n = 120 \text{ min}^{-1}$  ( $2 \text{ s}^{-1}$ ).

**Rješenje:**

$$Q = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times 2s \times n \times \eta = \frac{1,8^2 \times 3,14}{4} \times 2 \times 3,6 \times 2 \times 0,9 = 32,96 \text{ l/s}$$

## 5.2. Hidraulična dizalica



**5.2.1.** Izračunajte koliki će teret  $F_2$  (daN) moći dići hidraulična dizalica ako je promjer klipa  $D_1 = 3$  cm, promjer klipa  $D_2 = 12$  cm, sila kojom djelujemo na manji klip  $F_1 = 20$  daN, a stupanj korisnog djelovanja dizalice  $\eta = 0,88$ .

**Rješenje:**

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

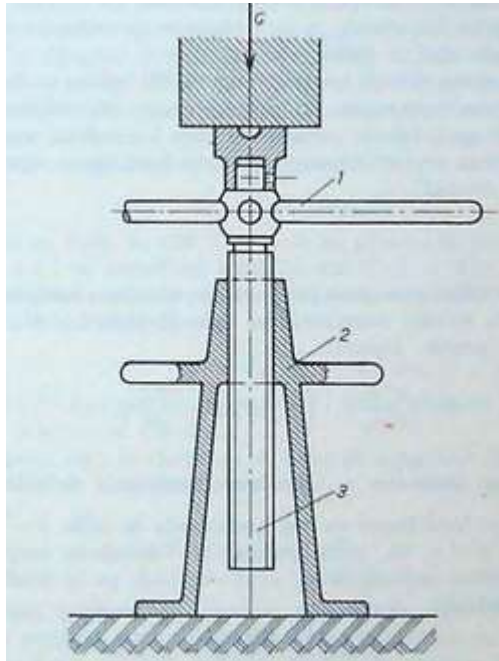
$$A_1 = \frac{D_1^2 \times \pi}{4} = \frac{3^2 \times 3,14}{4} = 7,065 \text{ cm}^2$$

$$A_2 = \frac{D_2^2 \times \pi}{4} = \frac{12^2 \times 3,14}{4} = 113,04 \text{ cm}^2$$

$$p = \frac{F_1}{A_1} = \frac{20}{7,065} = 2,831 \text{ daN/cm}^2$$

$$F_2 = p \times A_2 \times \eta = 2,831 \times 113,04 \times 0,88 = 281,6 \text{ daN}$$

### 5.3. Vijčana dizalica



Slika 13. Shema vijčane dizalice <sup>[18]</sup>

**5.3.1.** Izračunajte koliki ćemo teret  $G$  (daN) moći podići vijčanom dizalicom ako je polumjer kruga pogonske ručice dizalice  $r = 250$  mm, sila kojom djelujemo na ručicu  $F = 30$  daN, uspon vijčanog vretena  $h = 30$  mm, a stupanj korisnog djelovanja dizalice  $\eta = 0,54$ .

**Rješenje:**

Rad sile kojom okrećemo ručicu = rad dizanja tereta:

$$F \times 2r\pi \times \eta = G \times h$$

$$G = F \cdot \frac{2r\pi}{h} \cdot \eta = 30 \cdot \frac{2 \cdot 250 \cdot 3,14}{30} \cdot 0,54 = 847,8 \text{ daN}$$

## 6. POGONSKI STROJEVI – MOTORI

### 6.1. Motori s unutrašnjim izgaranjem



Slika 14. Shema 4-cilindričnog motora SUI <sup>[21]</sup>

**6.1.1.** Izračunajte radnu zapreminu cilindra  $V_h$  ( $\text{cm}^3$ ), kompresijski volumen cilindra  $V_k$  ( $\text{cm}^3$ ), ukupnu zapreminu cilindra  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) i radnu zapreminu (litražu)  $V_l$  ( $\text{dm}^3$ ) 4-taktnog 3-cilindričnog Dieselova motora ako je promjer cilindra  $D = 89$  mm (8,9 cm), hod klipa  $H = 127$  mm (12,7 cm), a stupanj kompresije  $\varepsilon = 17 : 1$ .

**Rješenje:**

$$V_h = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times H = \frac{8,9^2 \times 3,14}{4} \times 12,7 = 789,684 \text{ cm}^3$$

$$V_k = \frac{V_h}{\varepsilon - 1} = \frac{789,684}{17 - 1} = 49,355 \text{ cm}^3$$

$$V = V_h + V_k = 789,684 + 49,355 = 839,039 \text{ cm}^3$$

$$V_l = \frac{V_h \times i}{1000} = \frac{789,684 \times 3}{1000} = 2,369 \text{ dm}^3 (l)$$

**6.1.2.** Izračunajte radnu zapreminu cilindra  $V_h$  ( $\text{cm}^3$ ), ukupni volumen cilindra  $V$  ( $\text{cm}^3$ ) i stupanj kompresije ( $\varepsilon$ ) 4-taktnog motora ako je promjer cilindra  $D = 105$  mm, hod klipa  $H = 130$  mm, a kompresijski volumen  $V_k = 56$   $\text{cm}^3$ . Na temelju stupnja kompresije odredite radi li se o Ottovom ili Dieselovom motoru.

**Rješenje:**

$$V_h = \frac{D^2 \times \pi}{4} \times H = \frac{10,5^2 \times 3,14}{4} \times 13 = 1125,101 \text{ cm}^3$$

$$V = V_h + V_k = 1125,101 + 56 = 1181,101 \text{ cm}^3$$

$$\varepsilon = \frac{V_h + V_k}{V_k} = \frac{1125,101 + 56}{56} = 21,09$$

Radi se o Dieselovom motoru.

**6.1.3.** Izračunajte indiciranu snagu 4-taktnog 4-cilindričnog Dieselova motora  $P_i$  (kW) ako je srednji indicirani tlak u cilindru  $p_i = 800$  kPa, promjer cilindra  $D = 110$  mm (0,11 m), hod klipa  $H = 130$  mm (0,13 m), a nominalni broj okretaja koljenastog vratila  $n = 2200$   $\text{min}^{-1}$  (36,66  $\text{s}^{-1}$ ).

**Rješenje:**

$$P_i = p_i \times V_h \times n \times i \times \frac{2}{T} = p_i \times \frac{D^2 \times \pi}{4} \times H \times n \times i \times \frac{2}{T}$$

$$P_i = 800 \times \frac{0,11^2 \times 3,14}{4} \times 0,13 \times 36,66 \times 4 \times \frac{2}{4} = 72,44 \text{ kW}$$

**6.1.4.** Izračunajte srednji efektivni tlak u cilindru  $p_e$  (kPa) i efektivnu snagu motora  $P_e$  (kW) iz prethodnog zadatka ako je mehanički stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_m = 0,86$ .

**Rješenje:**

$$p_e = p_i \times \eta_m = 800 \times 0,86 = 688 \text{ kPa}$$

$$P_e = p_e \times V_h \times n \times i \times \frac{2}{T} = P_i \times \eta_m = 72,44 \times 0,86 = 62,3 \text{ kW}$$

**6.1.5.** Izračunajte efektivnu snagu 4-taktnog 6-cilindričnog motora  $P_e$  (kW) ako je srednji indicirani tlak u cilindru  $p_i = 690$  kPa, promjer cilindra  $D = 90$  mm, hod klipa  $H = 120$  mm, mehanički stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_m = 0,85$ , a broj okretaja koljenastog vratila  $n = 2400 \text{ min}^{-1}$ .

**Rješenje:**

$$P_e = p_i \times \eta_m \times V_h \times i \times n \times \frac{2}{T}$$

$$P_e = 690 \times 0,85 \times \frac{0,09^2 \times 3,14}{4} \times 0,12 \times 6 \times \frac{2400}{60} \times \frac{2}{4}$$

$$P_e = 690 \times 0,85 \times 0,00076302 \times 6 \times 40 \times \frac{2}{4} = 53,7 \text{ kW}$$

**6.1.6.** Izračunajte efektivni stupanj korisnog djelovanja 4-taktnog Dieselova motora ( $\eta_e$ ) ako je specifična efektivna potrošnja goriva  $g_e = 230$  g/kWh (0,23 kg/kWh), a donja ogrjevna vrijednost goriva  $H_d = 44800$  kJ/kg.

**Rješenje:**

$$\eta_e = \frac{3600}{g_e \times H_d} = \frac{3600}{0,23 \times 44800} = \frac{3600}{10304} = 0,349 \times 100 = 34,9\%$$

**6.1.7.** Izračunajte specifičnu efektivnu potrošnju goriva 4-taktnog Dieselova motora  $g_e$  (kg/kWh) ako je efektivni stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_e = 0,36$ , a donja ogrjevna vrijednost goriva  $H_d = 42$  MJ/kg (42000 kJ/kg).

**Rješenje:**

$$g_e = \frac{3600}{\eta_e \times H_d} = \frac{3600}{0,36 \times 42000} = \frac{3600}{15120} = 0,238 \text{ kg/kWh} = 238 \text{ g/kWh}$$



**6.1.8.** Izračunajte volumnu satnu potrošnju goriva 4-taktnog Dieselova motora  $G_{h\ vol.}$  (l/h) pri radu s nominalnom snagom od  $P_e = 106$  kW ako je deklarirana specifična efektivna potrošnja goriva  $g_e = 220$  g/kWh. Gustoća goriva  $\rho = 0,83$  kg/l.

**Rješenje:**

$$G_{h\ vol.} = \frac{P_e \times g_e}{\rho} = \frac{106 \times 0,220}{0,83} = 28,09 \text{ l/h}$$

**6.1.9.** Izračunajte indicirani stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_i$  ako je mehanički stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_m = 0,86$ , a efektivni stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta_e = 0,39$ .

**Rješenje:**

$$\eta_i = \frac{\eta_e}{\eta_m} = \frac{0,39}{0,86} = 0,45$$

**6.1.10.** Izračunajte specifičnu efektivnu potrošnju goriva  $g_e$  (kg/kWh) motora traktora koji pri nominalnoj snazi od  $P_e = 110$  kW troši  $G_{h\ vol.} = 28$  l/h plinskog ulja gustoće  $\rho = 0,83$  kg/l.

**Rješenje:**

$$g_e = \frac{G_{h\ vol.} \times \rho}{P_e} = \frac{28 \times 0,83}{110} = 0,211 \text{ kg/kWh}$$

## 6.2. Elektromotori



Slika 15. Presjek elektromotora <sup>[24]</sup>

- 6.2.1.** Izračunajte jakost električne struje koju elektropokretač nazivne snage  $P = 2,7 \text{ kW}$  ( $2700 \text{ W}$ ) vuče iz akumulatora prilikom pokretanja traktorskog Dieselova motora s 12-voltnom električnom instalacijom.



Slika 16. Elektropokretač za traktor <sup>[25]</sup>

**Rješenje:**

$$P = U \times I \text{ [kW]}$$

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2700}{12} = 225 \text{ A}$$

- 6.2.2.** Izračunajte kolika je sinkrona brzina  $n_s$  ( $\text{min}^{-1}$ ) okretnog magnetskog polja 3-faznog asinkronog elektromotora s 3 para polova ( $p$ ) priključenog na izmjeničnu struju frekvencije  $f = 50 \text{ Hz}$  i koliko je klizanje ( $s$ ) ako je brzina vrtnje rotora  $n = 930 \text{ min}^{-1}$ .

**Rješenje:**

$$n_s = \frac{60 \times f}{p} = \frac{60 \times 50}{3} = 1000 \text{ min}^{-1}$$
$$s = \frac{n_s - n}{n_s} = \frac{1000 - 930}{1000} = \frac{70}{1000} = 0,07$$

- 6.2.3.** Izračunajte snagu 3-faznog asinkronog elektromotora s namotajima spojenim u zvijezdu ako je nazivna struja koju uzima iz mreže  $I = 4,8 \text{ A}$ , fazni napon  $U = 230 \text{ V}$  (0,230 kV), faktor snage  $\cos \varphi = 0,78$ , a stupanj korisnog djelovanja motora  $\eta = 0,74$ .

**Rješenje:**

$$P = \sqrt{3} \times U \times I \times \cos \varphi \times \eta = 1,73 \times 0,230 \times 4,8 \times 0,78 \times 0,74 = 1,1 \text{ kW}$$

- 6.2.4.** Izračunajte koliko će električne energije  $E_{el}$  (kWh) biti utrošeno prilikom mljevenja zrna kukuruza mlinom čekićarom pogonjenim 3-faznim asinkronim elektromotorom nazivne snage  $P = 4,0 \text{ kW}$  u vremenu ( $t$ ) od 8 sati rada mlina.



Slika 17. Mlin čekićar – stočarski praktikum Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima

*Foto: M. Stojnović*

**Rješenje:**

$$E_{el} = P \times t = 4,0 \times 8 = 32 \text{ kWh}$$

## 7. POLJOPRIVREDNI TRAKTORI



Slika 18. Traktor u radu s diskosnom kosilicom – Surhuizum, Nizozemska

*Foto: M. Stojnović*

### 7.1. Bilanca snage traktora

**7.1.1.** Izračunajte snagu traktora na poteznici  $P_p$  (kW) i stupanj korisnog djelovanja traktora  $\eta_{tr}$  ako je instalirana snaga motora traktora  $P_e = 68$  kW, težina traktora  $G = 3100$  kg, radna brzina  $v = 8$  km/h, stupanj korisnog djelovanja transmisije  $\eta_m = 0,87$ , koeficijent otpora kotrljanja  $f_k = 0,1$ , klizanje pogonskih kotača  $\delta = 0,14$ , a traktor radi na usponu od 50 ‰ ( $i = 0,05$ ).

**Rješenje:**

**Gubici snage u transmisiji:**

$$P_t = P_e \times (1 - \eta_m) = 68 \times (1 - 0,87) = \mathbf{8,84 \text{ kW}}$$

**Gubici snage za savladavanje otpora kotrljanja:**

$$P_f = F_f \times v = 3,041 \times 2,22 = \mathbf{6,75 \text{ kW}} \quad (v = 8 \text{ km/h} : 3,6 = 2,22 \text{ m/s})$$

$$F_f = G \times f_k = 30,411 \times 0,1 = 3,041 \text{ kN} \quad (G = 3100 \text{ kg} \times 9,81/1000 = 30,411 \text{ kN})$$

**Gubici snage na klizanje pogonskih kotača:**

$$P_\delta = P_o \times \delta = 59,16 \times 0,14 = \mathbf{8,28 \text{ kW}}$$

$$P_o = P_e - P_t = 68 - 8,84 = 59,16 \text{ kW}$$

**Gubici snage za savladavanje uspona:**

$$P_u = F_u \times v = 1,52 \times 2,22 = \mathbf{3,375 \text{ kW}}$$

$$F_u = G \times i = 30,411 \times 0,05 = 1,52 \text{ kN}$$

**Snaga na poteznici:**

$$P_p = P_e - (P_t + P_f + P_\delta + P_u) = 68 - (8,84 + 6,75 + 8,28 + 3,375) = \mathbf{40,755 \text{ kW}}$$

**Stupanj korisnog djelovanja traktora:**

$$\eta_{tr} = \frac{P_p}{P_e} = \frac{40,755}{68} = \mathbf{0,599 \times 100 = 59,9 \%}$$

## 7.2. Vučna bilanca traktora

**7.2.1.** Izračunajte racionalnu silu traktora na poteznici  $F_p^r$  ako je težina traktora  $G = 2600$  kg, radna brzina  $v = 8$  km/h, koeficijent vuče  $\mu = 0,7$ , koeficijent otpora kotrljanja  $f_k = 0,12$ , a uspon  $i = 50 \text{ ‰}$  ( $50/1000$ ). Traktor je s pogonom na zadnje kotače.

**Rješenje:**

$$F_p^r = F_o^r - (F_f + F_u) [kN]$$

$$F_o^r = G_{adh} \times \mu [kN]$$

$$G_{adh} = 2/3 \times G [kN] \quad (\text{za traktore s pogonom na zadnje kotače} - 4 \times 2)$$

$$G_{adh} = 2/3 \times 25,506 = 17,004 kN \quad G = 2600 \times \frac{9,81}{1000} = 25,506 kN$$

$$F_o^r = 17,004 \times 0,7 = 11,903 kN$$

$$F_f = G \times f_k = 25,506 \times 0,12 = 3,061 kN$$

$$F_u = G \times i = 25,506 \times \frac{50}{1000} = 25,506 \times 0,05 = 1,275 kN$$

$$F_p^r = 11,903 - (3,061 + 1,275) = 7,567 kN$$

**7.2.2.** Izračunajte racionalnu silu traktora na poteznici  $F_p^r$  ako je težina traktora  $G = 3900$  kg, radna brzina  $v = 7$  km/h, koeficijent vuče  $\mu = 0,65$ , koeficijent otpora kotrljanja  $f_k = 0,11$ , a uspon  $i = 45 \text{ ‰}$  ( $45/1000$ ). Traktor je s pogonom na sve kotače ( $4 \times 4$ ).

**Rješenje:**

$$F_p^r = F_o^r - (F_f + F_u) [kN]$$

$$F_o^r = G_{adh} \times \mu [kN]$$

$$G_{adh} = G [kN] \text{ (za traktore s pogonom na sve kotače - 4x4)}$$

$$G_{adh} = \frac{3900 \times 9,81}{1000} = 38,259 kN$$

$$F_o^r = 38,259 \times 0,65 = 24,868 kN$$

$$F_f = G \times f_k = 38,259 \times 0,11 = 4,208 kN$$

$$F_u = G \times i = 38,259 \times \frac{45}{1000} = 1,721 kN$$

$$F_p^r = 24,868 - (4,208 + 1,721) = 18,939 kN$$



### 7.3. Traktorsko-strojni agregati (TSA)



Slika 19. Traktor u radu s rotacijskom kosilicom – Surhuizum, Nizozemska

*Foto: M. Stojnović*

#### 7.3.1. Radni otpor priključnog stroja – oruđa

**Specifični radni otpor strojeva i oruđa –  $k$  [N/m]**

$$R_o = B_r \times k \quad [N]$$

$$B_r = \text{radni zahvat} \quad [m]$$

$$k = \text{specifični otpor} \quad [N/m]$$

**7.3.1.1.** Izračunajte radni otpor tanjurače radnog zahvata  $B_r = 3m$  ako je specifični otpor po metru zahvata  $k = 2500 N/m$ .

**Rješenje:**

$$R_o = 3 \times 2500 = 7500N$$

**7.3.1.2.** Izračunajte radni otpor žitne sijačice ako je broj redova koje sije  $n=24$ , međuredni razmak u sjetvi  $b=12\text{cm}$ , a specifični otpor po metru zahvata  $k = 2200\text{ N/m}$ .

**Rješenje:**

$$B_r = n \times b = 24 \times 12 = 288\text{cm} = 2,88\text{m}$$

$$R_o = 2,88 \times 2200 = 6336\text{N}$$

### **7.3.2. Radni otpor lemešnog pluga**

$$R_{pl} = B_r \times a \times k \text{ [N]}$$

$B_r$  = radni zahvat pluga [cm]

$a$  = dubina oranja [cm]

$k$  = specifični otpor tla [ $\text{N/cm}^2$ ]

**7.3.2.1.** Izračunajte radni otpor 2-brazdnog lemešnog pluga ako je radni zahvat jednog plužnog tijela  $b = 30\text{ cm}$ , dubina oranja  $a = 25\text{ cm}$ , a specifični otpor tla u oranju  $k = 10\text{ N/cm}^2$ .

**Rješenje:**

$$B_r = n \times b = 2 \times 30 = 60\text{cm}$$

$$R_{pl} = 60 \times 25 \times 10 = 15000\text{N} = 15\text{kN}$$

**7.3.2.2.** Izračunajte radni otpor 3-brazdnog lemešnog pluga ako je radni zahvat pluga

$B_r = 3 \times 40\text{ cm} = 120\text{ cm}$ , dubina oranja  $a = 30\text{ cm}$ , a specifični otpor tla u oranju  $k = 9\text{ N/cm}^2$ .

**Rješenje:**

$$R_{pl} = 120 \times 30 \times 9 = 32400\text{N} = 32,4\text{kN}$$

**7.3.2.3.** Izračunajte dubinu oranja 1-brazdnim lemešnim plugom ako je radni zahvat  $B_r = 30\text{ cm}$ , specifični otpor tla  $k = 12\text{ N/cm}^2$ , a radni otpor pluga  $R_{pl} = 9000\text{ N}$ .

**Rješenje:**

$$a = \frac{R_{pl}}{B_r \times k} = \frac{9000}{30 \times 12} = 25 \text{ cm}$$

**7.3.2.4.** Izračunajte radni zahvat lemešnog pluga za oranje na dubinu od  $a = 22$  cm ako je specifični otpor tla  $k = 10$  N/cm<sup>2</sup>, a radni otpor pluga može iznositi  $R_{pl} = 20$  kN.

**Rješenje:**

$$B_r = \frac{R_{pl}}{a \times k} = \frac{20000}{22 \times 10} = 90,9 \text{ cm}$$

**7.3.2.5.** Izračunajte specifični otpor tla u oranju 2-brazdnim lemešnim plugom ako je radni zahvat pluga  $B_r = 2 \times 35 = 70$  cm, dubina oranja  $a = 25$  cm, a izmjereni radni otpor pluga bio je  $R_{pl} = 15$  kN.

**Rješenje:**

$$k = \frac{R_{pl}}{B_r \times a} = \frac{15000}{70 \times 25} = 8,57 \text{ N/cm}^2$$

### 7.3.3. Produktivnost rada traktorsko-strojnog agregata (radni učinak)

Produktivnost rada agregata određena je radnim zahvatom ( $B_r$ ) u metrima, brzinom rada ( $v$ ) u km/h i koeficijentom iskorištenja radnog vremena ( $\tau$ ).

**7.3.3.1.** Izračunajte produktivnost rada agregata traktor + 2-brazdni lemešni plug radnog zahvata  $B_r = 70$  cm ako je radna brzina  $v = 7$  km/h, a koeficijent iskorištenja radnog vremena  $\tau = 0,65$ .

**Rješenje:**

$$W_h = 0,1 \times B_r \times v \times \tau = 0,1 \times 0,7 \times 7 \times 0,65 = 0,32 \text{ ha/h}$$

**7.3.3.2.** Izračunajte produktivnost rada univerzalnog žitnog kombajna u žetvi pšenice  $W_h$  (ha/h) i  $W_{h \text{ mas.}}$  (t/h) ako je prinos (urod)  $U = 6$  t/ha zrna, odnos zrno : slama je 1 : 1 (50% : 50%), propusna moć žitnog kombajna  $Q = 12$  kg/s, iskorištenost propusne moći u radu  $\eta = 0,9$  (90 %), radni zahvat žitnog hedera  $B_r = 5,6$  m, a koeficijent iskorištenja radnog vremena  $\tau = 0,55$ .

**Rješenje:**

**Izračun radne brzine:**

$$v = \frac{Q \times \eta}{A_1 \times q} [m/s] \times 3,6 [km/h]$$

$$v = \frac{12 \times 0,9}{5,6 \times 1,2} = 1,607 \text{ m/s} \times 3,6 = 5,78 \text{ km/h}$$

$A_1 =$  površina za 1 m puta ( $B_r \times 1 \text{ m} = \text{m}^2/\text{m}$  puta) =  $5,6 \times 1 = 5,6 \text{ m}^2/\text{m}$  puta

$q =$  prinos zrna i slame po  $\text{m}^2$  ( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) =  $6000 \text{ kg}/10000 \text{ m}^2$  zrna + slama =  $1,2 \text{ kg}/\text{m}^2$  zrna i slame

**Izračun produktivnosti rada (radnog učinka):**

$$W_h = 0,1 \times B_r \times v \times \tau [ha/h]$$

$$W_h = 0,1 \times 5,6 \times 5,78 \times 0,55 = 1,78 \text{ ha/h}$$

$$W_{h \text{ mas.}} = W_h \times U = 1,78 \times 6 = 10,68 \text{ t/h}$$

**7.3.3.3.** Izračunajte proizvodnost rada traktora s prskalicom  $W_h$  (ha/h) ako je radni zahvat prskalice  $B_r = 12$  m, norma prskanja  $Q = 250$  l/ha, kapacitet rasprskivača  $q = 1,2$  l/min, broj rasprskivača  $n = 24$ , a stupanj iskorištenja radnog vremena  $\tau = 0,6$ .

**Rješenje:**

Izračun radne brzine:

$$v = \frac{C_a \times 600}{Q \times B_r} \text{ [km/h]}$$

$$C_a = n \times q = 24 \times 1,2 = 28,8 \text{ l/min}$$

( $C_a$  = kapacitet prskalice u l/min)

$$v = \frac{28,8 \times 600}{250 \times 12} = 5,76 \text{ km/h}$$

Izračun proizvodnosti rada:

$$W_h = 0,1 \times B_r \times v \times \tau \text{ [ha/h]}$$

$$W_h = 0,1 \times 12 \times 5,76 \times 0,6 = 4,15 \text{ ha/h}$$

#### **7.3.4. Utrošak rada traktorsko-strojnog agregata**

Utrošak rada traktorsko-strojnog agregata recipročna je vrijednost njegove proizvodnosti rada (radnog učinka), a iskazuje se utrošenim satima po jedinici površine.

$$T_{ha} = \frac{1}{W_h} \text{ [h/ha]}$$

**7.3.4.1.** Izračunajte utrošak rada traktora u oranju 3-brazdnim plugom radnog zahvata  $Br = 3 \times 45$  cm prosječnom brzinom  $v = 7$  km/h ako je koeficijent iskorištenja radnog vremena  $\tau = 0,6$ .

**Rješenje:**

$$T_{ha} = \frac{1}{W_h} = \frac{1}{0,1 \times 1,35 \times 7 \times 0,6} = \frac{1}{0,567} = 1,76 \text{ h/ha}$$

## 8. DODATAK

### 8.1. Međunarodni sustav mjernih jedinica

(SI - *Système International d'Unités* )

#### OSNOVNE SI JEDINICE

Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI sustav) temelji se na 7 osnovnih mjernih jedinica (Tablica 1.).

**Tablica 1.** Osnovne mjerne jedinice SI sustava <sup>[3]</sup>

Osnovna veličina		Osnovna SI jedinica	
Naziv	Znak	Naziv	Znak
duljina	$l, x, r, \dots$	metar	m
masa	$m$	kilogram	kg
vrijeme, trajanje	$t$	sekunda	s
električna struja	$I, i$	amper	A
termodinamička temperatura	$T$	kelvin	K
množina (količina) tvari	$n$	mol	mol
svjetlosna jakost	$I_v$	kandela	cd

#### Definicije osnovnih mjernih jedinica SI sustava

##### Jedinica duljine

Metar je duljina puta koji svjetlost prijeđe u praznini za vrijeme jednog 299 792 458-og dijela sekunde.

##### Jedinica mase

Kilogram je jedinica mase; jednak je masi međunarodne pramjere kilograma.

### **Jedinica vremena**

Sekunda je trajanje 9 192 631 770 perioda zračenja koje odgovara prijelazu između dviju hiperfinskih razina osnovnog stanja atoma cezija 133.

### **Jedinica električne struje**

Amper je jakost stalne električne struje koja bi, tekući dvama usporednim, neizmjereno dugačkim ravnim vodičima, zanemarivo malena kružnoga presjeka, razmaknutim u praznini jedan metar, proizvela među tim vodičima silu od  $2 \times 10^{-7}$  njutna po metru njihove duljine.

### **Jedinica termodinamičke temperature**

Kelvin je termodinamička temperatura koja je jednaka 273,16-om dijelu termodinamičke temperature trojnoga stanja vode.

Ova definicija se odnosi na vodu izotopnog sastava koji određuje sljedeći omjer tvari: 0,00015576 mola  $^2\text{H}$  po molu  $^1\text{H}$ , 0,0003799 mola  $^{17}\text{O}$  po molu  $^{16}\text{O}$  i 0,0020052 mola  $^{18}\text{O}$  po molu  $^{16}\text{O}$ .

### **Jedinica množine**

Mol je množina sustava koji sadržava toliko elementarnih jedinki koliko ima atoma u 0,012 kilograma ugljika 12.

Kada se upotrebljava mol, treba iskazati elementarne jedinice; to mogu biti atomi, molekule, ioni, elektroni, druge čestice ili pojedinačno navedene skupine takvih čestica.

### **Jedinica svjetlosne jakosti**

Kandela je svjetlosna jakost u određenome smjeru iz izvora koji odašilje jednobojno zračenje frekvencije  $540 \times 10^{12}$  herca i kojemu je zračena jakost u tome smjeru (1/683) vata po steradianu.

Iz osnovnih SI jedinica pravilom koherentnosti (jediničnih vrijednosti) dobivaju se izvedene SI jedinice čiji su primjeri prikazani u Tablicama 2. i 3.

**Tablica 2.** Primjeri izvedenih SI jedinica koje su izražene pomoću osnovnih jedinica <sup>[3]</sup>

Izvedena veličina		Izvedena SI jedinica	
Naziv	Znak	Naziv	Znak
Ploština	$A$	čtvorni metar	$m^2$
Obujam	$V$	kubični metar	$m^3$
Brzina	$v$	metar u sekundi	$m\ s^{-1}$
Ubrzanje (akceleracija)	$a$	metar u sekundi na kvadrat	$m\ s^{-2}$
valni broj	$\sigma$	recipročni metar	$m^{-1}$
gustoća, gustoća mase	$\rho$	kilogram po kubičnome metru	$kg\ m^{-3}$
površinska gustoća	$\rho_A$	kilogram po četvornome metru	$kg\ m^{-2}$
specifični obujam	$v$	kubični metar po kilogramu	$m^3kg^{-1}$
gustoća struje	$j$	amper po četvornome metru	$A\ m^{-2}$
jakost magnetskog polja	$H$	amper po metru	$A\ m^{-1}$
množinska koncentracija, koncentracija	$c$	mol po kubičnome metru	$mol\ m^{-3}$
masena koncentracija	$\rho, \gamma$	kilogram po kubičnome metru	$kg\ m^{-3}$
osvjetljenje	$L_v$	kandela po četvornome metru	$cd\ m^{-2}$



**Tablica 3.** Izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima <sup>[3]</sup>

Izvedena veličina	Izvedena SI jedinica			
	Naziv	Znak	Izražena pomoću drugih SI jedinica	Izražena pomoću osnovnih SI jedinica
ravninski kut	radijan	rad	1	$m\ m^{-1}$
prostorni kut	steradian	sr	1	$m^2\ m^{-2}$
frekvencija	herc	Hz		$s^{-1}$
sila	njutn	N		$m\ kg\ s^{-2}$
tlak, naprezanje	paskal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
energija, rad, količina topline	džul	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
snaga	vat	W	$J/s$	$m^2\ kg\ s^{-3}$
električni naboj, količina elektriciteta	kulon	C		$s\ A$
razlika električnih potencijala, elektromotorna sila	volt	V	$W/A$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
kapacitet	farad	F	$C/V$	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^4\ A^2$
električni otpor	om	$\Omega$	$V/A$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
električna vodljivost	simens	S	$A/V$	$m^{-2}\ kg^{-1}\ s^3\ A^2$
magnetski tijek	veber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
gustoća magnetskog tijeka	tesla	T	$Wb/m^2$	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
indukcija	henri	H	$Wb/A$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
Celzijeva (Celsiusova) temperatura	Celzijev stupanj	$^{\circ}C$		K
svjetlosni tijek	lumen	lm	$cd\ sr$	Cd
osvjetljenje	luks	lx	$lm/m^2$	$m^{-2}\ cd$
aktivnost radionuklida	bekerel	Bq		$s^{-1}$
apsorbirana doza, specifična (predana) energija	grej	Gy	$J/kg$	$m^2\ s^{-2}$
dozni ekvivalent	sivert	Sv	$J/kg$	$m^2\ s^{-2}$
katalitička aktivnost	katal	kat		$s^{-1}\ mol$

**Tablica 4.** Primjeri izvedenih SI jedinica čiji nazivi i znakovi uključuju izvedene SI jedinice s posebnim nazivima i znakovima <sup>[3]</sup>

Izvedena veličina	Naziv	Izvedena suvisla SI jedinica	
		Znak	Izražena pomoću osnovnih SI jedinica
dinamička viskoznost	paskal sekunda	Pa s	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-1}$
moment sile	njutn metar	N m	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2}$
površinska napetost	njutn po metru	N/m	$\text{kg s}^{-2}$
kutna brzina	radijan u sekundi	rad/s	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-1} = \text{s}^{-1}$
kutno ubrzanje	radijan u sekundi na kvadrat	rad/s <sup>2</sup>	$\text{m m}^{-1} \text{s}^{-2} = \text{s}^{-2}$
gustoća toplinskog tijeka	vat po četvornome metru	W/m <sup>2</sup>	$\text{kg s}^{-3}$
toplinski kapacitet, entropija	džul po kelvinu	J/K	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1}$
specifični toplinski kapacitet, specifična entropija	džul po kilogramu kelvinu	J/(kg K)	$\text{m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$
specifična energija	džul po kilogramu	J/kg	$\text{m}^2 \text{s}^{-2}$
toplinska vodljivost	vat po metru kelvinu	W/(m K)	$\text{m kg s}^{-3} \text{K}^{-1}$
gustoća energije	džul po kubičnome metru	J/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-1} \text{kg s}^{-2}$
jakost električnog polja	volt po metru	V/m	$\text{m kg s}^{-3} \text{A}^{-1}$
gustoća električnog naboja	kulon po kubičnome metru	C/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-3} \text{s A}$
površinska gustoća naboja	kulon po četvornome metru	C/m <sup>2</sup>	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
gustoća električnog tijeka, električni pomak	kulon po četvornome metru	C/m <sup>2</sup>	$\text{m}^{-2} \text{s A}$
permitivnost	farad po metru	F/m	$\text{m}^{-3} \text{kg}^{-1} \text{s}^4 \text{A}^2$
permeabilnost	henri po metru	H/m	$\text{m kg s}^{-2} \text{A}^{-2}$
molarna energija	džul po molu	J/mol	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{mol}^{-1}$
molarna entropija, molarni toplinski kapacitet	džul po molu kelvinu	J/(mol K)	$\text{m}^2 \text{kg s}^{-2} \text{K}^{-1} \text{mol}^{-1}$
izlaganje (X-zrakama i $\gamma$ -zrakama)	kulon po kilogramu	C/kg	$\text{kg}^{-1} \text{s A}$
brzina apsorbirane doze	grej po sekundi	Gy/s	$\text{m}^2 \text{s}^{-3}$
jakost zračenja	vat po steradianu	W/sr	$\text{m}^4 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{m}^2 \text{kg s}^{-3}$
radijancija	vat po četvornome metru steradianu	W/(m <sup>2</sup> sr)	$\text{m}^2 \text{m}^{-2} \text{kg s}^{-3} = \text{kg s}^{-3}$
koncentracija katalitičke aktivnosti	katal po kubičnome metru	kat/m <sup>3</sup>	$\text{m}^{-3} \text{s}^{-1} \text{mol}$

**Tablica 5.** Jedinice izvan SI sustava koje se upotrebljavaju s međunarodnim sustavom jedinica <sup>[3]</sup>

Veličina	Naziv jedinice	Znak jedinice	Vrijednost u SI jedinicama
vrijeme, trajanje	minuta	min	1 min = 60 s
	sat	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	dan	d	1 d = 24 h = 86 400 s
ravninski kut	stupanj	°	1° = ( $\pi/180$ ) rad
	minuta	'	1' = (1/60)° = ( $\pi/10\,800$ ) rad
	sekunda	"	1" = (1/60)' = ( $\pi/648\,000$ ) rad
Ploština	hektar	ha	1 ha = 1 hm <sup>2</sup> = 10 <sup>4</sup> m <sup>2</sup>
Obujam	litra	L, l	1 L = 1 dm <sup>3</sup> = 10 <sup>-3</sup> m <sup>3</sup>
Masa	tona	t	1 t = 10 <sup>3</sup> kg

**Tablica 6.** Druge jedinice izvan SI sustava <sup>[3]</sup>

Veličina	Naziv jedinice	Znak jedinice	Vrijednost u SI jedinicama
tlak	Bar	bar	1 bar = 0.1 MPa = 10 <sup>5</sup> Pa
	milimetar žive	mmHg	1 mmHg $\approx$ 133.322 Pa
duljina	angstrom	Å	1 Å = 0.1 nm = 10 <sup>-10</sup> m
udaljenost	morska milja	M	1 M = 1852 m
ploština	Barn	b	1 b = 100 fm <sup>2</sup> = 10 <sup>-28</sup> m <sup>2</sup>
brzina	Čvor	kn	1 kn = (1852/3600) m s <sup>-1</sup>

**Tablica 7.** Mjerne jedinice dozvoljene samo za posebnu uporabu <sup>[3]</sup>

Područje primjene	Jedinica		
	Naziv	Znak	Vrijednost
Mjerenje udaljenosti i brzine	milja	mile	1 mile = 1 609 m
	jard	yd	1 yd = 0,9144 m
	stopa	ft	1 ft = 0,3048 m
	inč	in	1 in = $2,54 \times 10^{-2}$ m
Trgovanje plemenitim kovinama	troy unca	oz tr	1 oz tr = $31,10 \times 10^{-3}$ kg

**Tablica 8.** Jedinice koje se definiraju na temelju SI jedinica, ali nisu njihovi decimalni višekratnici ili nižekratnici <sup>[3]</sup>

Veličina	Jedinica		
	Naziv	Znak	Vrijednost
ravninski kut	okretaj		1 okretaj = $2 \pi$ rad
	gon ili grad	gon	1 gon = $(\pi/200)$ rad
	stupanj	°	1° = $(\pi/180)$ rad
	kutna minuta	'	1' = $(\pi/10\ 800)$ rad
	kutna sekunda	"	1" = $(\pi/648\ 000)$ rad
vrijeme	minuta	min	1 min = 60 s
	sat	h	1 h = 3 600 s
	dan	d	1 d = 86 400 s

**Tablica 9.** Decimalne mjerne jedinice – SI predmetci <sup>[3]</sup>

Višekratnik	Predmetak	Znak	Višekratnik	Predmetak	Znak
10 <sup>1</sup>	deka	da	10 <sup>-1</sup>	deci	d
10 <sup>2</sup>	hekto	h	10 <sup>-2</sup>	centi	c
10 <sup>3</sup>	kilo	k	10 <sup>-3</sup>	mili	m
10 <sup>6</sup>	mega	M	10 <sup>-6</sup>	mikro	μ
10 <sup>9</sup>	giga	G	10 <sup>-9</sup>	nano	n
10 <sup>12</sup>	tera	T	10 <sup>-12</sup>	piko	p
10 <sup>15</sup>	peta	P	10 <sup>-15</sup>	femto	f
10 <sup>18</sup>	eksa	E	10 <sup>-18</sup>	ato	a
10 <sup>21</sup>	zeta	Z	10 <sup>-21</sup>	zepto	z
10 <sup>24</sup>	jota	Y	10 <sup>-24</sup>	jokto	y

Dodavanjem odgovarajućeg predmetka ispred neke mjerne jedinice dobivamo tzv. decimalnu jedinicu koja je njezin višekratnik ili nižekratnik.

S obzirom na to da je osnovna jedinica za masu već decimalna jedinica (kilogram), ostali decimalni višekratnici i nižekratnici jedinice mase tvore se dodavanjem naziva predmetka nazivu „gram“, a znakovi predmetaka znaku jedinice „g“.

Ovi SI predmetci odnose se na potencije broja 10. Oni se ne smiju upotrebljavati za označavanje potencija broja 2 (na primjer jedan kilobit prikazuje 1000 bita, a ne 1024 bita). Nazivi i znakovi predmetaka i odgovarajuće potencije broja 2 su:

- kibi (Ki), 2<sup>10</sup>
- mebi (Mi), 2<sup>20</sup>
- gibi (Gi), 2<sup>30</sup>
- tebi (Ti), 2<sup>40</sup>
- pebi (Pi) 2<sup>50</sup>
- eksbi (Ei) 2<sup>60</sup>.

Prema tome, jedan kibibajt bi se pisao  $1 \text{ KiB} = 2^{10} \text{ B} = 1024 \text{ B}$ , gdje B označava bajt. Premda ti predmetci nisu dio SI sustava, **treba ih upotrebljavati u području informacijske tehnike** kako bi se izbjegla neispravna uporaba SI predmetaka.

## 9. LITERATURA

1. Andreić, Ž. (2018.): *Fizika, Gibanja i sile 2*. Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, dostupno na: <https://slideplayer.si/slide/17537808/>
2. Beštak, T. (1982.): *Eksploatacija traktorsko strojnih agregata*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet poljoprivrednih znanosti, Zagreb
3. Državni zavod za mjeriteljstvo (2006): *Sažeti prikaz međunarodnog sustava jedinica SI*, dostupno na: <https://dzm.gov.hr/UserDocsImages/Zakonsko%20mjeriteljstvo/si-sazetak.pdf>
4. Državni zavod za mjeriteljstvo (2015.): *Pravilnik o mjernim jedinicama*, NN 88/2015, dostupno na: [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015\\_08\\_88\\_1737.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2015_08_88_1737.html)
5. Jagar, N.; Filipović, D. (1997.): *Traktor na poljoprivrednim obiteljskim gospodarstvima*. Hrvatski zadružni savez, Zagreb
6. Jelaska, D. (2005.): *Elementi strojeva*, skripta. Sveučilište u Splitu, Fakultet elektrotehnike, strojarstva i brodogradnje, Split
7. Kraut, B. (1988): *Strojarski priručnik*. Tehnička knjiga, Zagreb
8. Oberšmit, E.; Krasnik, A. (1980.): *Prijenosnici snage, zbirka riješenih zadataka iz elemenata strojeva*. Tehnička knjiga, Zagreb
9. Pavičić, M. (1984.): *Zbirka riješenih zadataka iz fizike*. Sveučilište u Zagrebu, Fakultet građevinskih znanosti, Zagreb
10. Petrić, J. (2012.): *Hidraulika i pneumatika I. dio: Hidraulika*. Fakultet strojarstva i brodogradnje, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb
11. <http://brod.sfsb.hr/~ikladar/Materijali%20I/Vlacni%20pokus.pdf>.
12. [https://www.lancerregister.com/faq\\_f05.php](https://www.lancerregister.com/faq_f05.php)
13. <https://hr.prodaja2021.com/category?name=remeni%20remenice%20bjelovar>
14. <https://www.google.com/search?q=zup%C4%8Dasti+parovi+gif&tbm>
15. <https://www.google.com/search?q=gears%20gif&tbm=isch&hl=hr&tbs>
16. <https://www.google.com/search?q=gear+train&tbm=isch&ved>
17. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Podna\\_dizalica](https://hr.wikipedia.org/wiki/Podna_dizalica)
18. <https://www.google.com/search?q=vij%C4%8Dana+dizalica&tbm>
19. <https://www.zoompumps.com/article/working-principal-of-centrifugal-pump/>
20. [https://medium.com/@communications\\_21063/understanding-how-reciprocating-pumps-work-designs-types-of-reciprocating-pumps-d86550e04cc7](https://medium.com/@communications_21063/understanding-how-reciprocating-pumps-work-designs-types-of-reciprocating-pumps-d86550e04cc7)
21. <https://www.physics.hku.hk/~phys1055/images/engine-inline-4.gif>

22. <https://www.stem.ba/fizika/tutorijali/item/20-trenje>
23. <https://www.ffri.hr/~mdundjer/Elementi%20strojeva%20II/11TrenjeTrosenjeIPodmazivanje.pdf>
24. [https://hr.wikipedia.org/wiki/Indukcijski\\_motor#/media/Datoteka:Rotterdam\\_Ahoy\\_Europort\\_2011\\_\(14\).JPG](https://hr.wikipedia.org/wiki/Indukcijski_motor#/media/Datoteka:Rotterdam_Ahoy_Europort_2011_(14).JPG)
25. <https://jakopic.hr/index.php/traktori/elektrika/elektropokretaci.html>
26. [https://www.inamaziva.hr/storage/upload/product\\_categories/INA\\_MAZIVA\\_KATA\\_LOG\\_125244.pdf](https://www.inamaziva.hr/storage/upload/product_categories/INA_MAZIVA_KATA_LOG_125244.pdf)

## 10. POPIS ILUSTRACIJA

0.	Naslovna slika – zavarivanje, vježbe [Foto: M. Stojnović]	
1.	Vlačni pokus – probna palica <sup>[11]</sup>	3
2.	Lom vijka uslijed preopterećenja <sup>[12]</sup>	3
3.	Primjer remenskog prijenosa s klinastim remenjem <sup>[13]</sup>	5
4.	Zupčani prijenos sa stožastim zupčanicima <sup>[14]</sup>	7
5.	Shema rednog zupčanog prijenosa <sup>[15]</sup>	8
6.	Shema složenog zupčanog prijenosa <sup>[16]</sup>	8
7.	Shema trenja klizanja <sup>[22]</sup>	10
8.	Shema trenja klizanja na kosini <sup>[1]</sup>	11
9.	Shema trenja kotrljanja <sup>[23]</sup>	11
10.	Shema centrifugalne crpke <sup>[19]</sup>	14
11.	Shema stapne crpke <sup>[20]</sup>	15
12.	Shema hidraulične dizalice <sup>[17]</sup>	16
13.	Shema vijčane dizalice <sup>[18]</sup>	17
14.	Shema 4-cilindričnog motora SUI <sup>[21]</sup>	18
15.	Presjek elektromotora <sup>[24]</sup>	21
16.	Elektropokretač za traktor <sup>[25]</sup>	22
17.	Mlin čekićar – stočarski praktikum Visokoga gospodarskog učilišta u Križevcima [Foto: M. Stojnović]	23
18.	Traktor u radu s diskosnom kosilicom – Surhuizum, Nizozemska [Foto: M. Stojnović]	24
19.	Traktor u radu s rotacijskom kosilicom – Surhuizum, Nizozemska [Foto: M. Stojnović]	27



## Tehničko-urednički podaci praktikuma „Osnove poljoprivrednog strojarstva“

Praktikum kao elektronička publikacija obuhvaća sljedeće elemente:

- 50 stranica
- 6 146 riječi
- odlomaka 1 034
- slika 10
- shema 10
- literatura
- znakova (bez praznina) 33 654/ 1.12 autorskih araka
- znakova (s prazninama) 39 137/1.30 autorskih araka
- redaka 1 529
- 3 knjige; 2 izvora – Državno mjeriteljstvo; 1 časopis, 1 skripta, 1 priručnik; 2 zbirke zadataka, 16 izvora s mrežnih stranica
- Praktikumom je obuhvaćeno ukupno 10 slika, 6 slika s mrežnih stranica i 4 autorske slike, te 9 shema s mrežnih stranica i 1 shema iz knjige.

## 11. BILJEŠKA O AUTORU

**Mr. sc. Mimir Stojnović, v. pred.,** rođen je u Brezovljanima Vojlovičkim kraj Orahovice, Republika Hrvatska, 28. rujna 1959. godine. U Zagrebu živi od 1962. godine. Po završetku gimnazije, upisuje studij Poljoprivrede, smjer Mehanizacija poljoprivrede, na Fakultetu poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu (danas Agronomski fakultet) na kojem diplomira 1982. godine. Na istome fakultetu upisuje poslijediplomski magistarski studij Mehanizacije poljoprivrede te magistrira 1989. godine.

Godine 1983. zapošljava se na Poljoprivrednom institutu u Križevcima (današnjem Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima), prvo kao pripravnik, a zatim kao asistent i viši predavač na predmetima iz područja mehanizacije poljoprivrede.

Nositelj je pet predmeta na preddiplomskom stručnom studiju *Poljoprivreda* (Osnove poljoprivrednog strojarstva, Strojevi i uređaji u stočarstvu, Mehanizacija i automatizacija farme, Eksploatacija i održavanje strojeva farme, Graditeljstvo u zootehnici) te predmeta Mehanizacija u održivoj i ekološkoj poljoprivredi na specijalističkom diplomskom stručnom studiju *Poljoprivreda*, smjer *Održiva i ekološka poljoprivreda*.

Tijekom dugogodišnjega neprekinutog nastavničkog, stručnog i znanstveno-istraživačkog rada na Visokom gospodarskom učilištu u Križevcima prenosio je svoje stručno znanje i iskustvo na brojne generacije studenata, bio je mentor studentima pri izradi velikog broja završnih i diplomskih radova, objavio je 40-tak znanstvenih i stručnih radova u inozemnim i domaćim stručnim časopisima, zbornicima s međunarodnih i domaćih znanstvenih i stručnih skupova – savjetovanja, simpozija i konferencija.

Tijekom dosadašnjeg rada usavršavao se u zemlji i inozemstvu sudjelujući na domaćim i međunarodnim znanstvenim i stručnim projektima te studijskim putovanjima. Aktivno sudjeluje u Erasmus i Erasmus<sup>+</sup> programima mobilnosti Agencije za mobilnost i programe EU kao gostujući predavač studentima u Češkoj (Mendel University in Brno, Faculty of AgriSciences) i Bugarskoj (University of Agribusiness and Rural Development, Plovdiv) te transverzalnom programu za cjeloživotno učenje u Njemačkoj (Studienseminar für Gymnasien, Hessischer Lehrkräfteakademie, Heppenheim).