

# Stroj za kalanje trupaca

---

Petić, Josip

Undergraduate thesis / Završni rad

2015

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:596851>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-16**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering  
and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

Josip Petić

Zagreb, 2015. godina

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **ZAVRŠNI RAD**

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Nenad Bojčetić

Student:

Josip Petić

Zagreb, 2015. godina

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu. Zahvaljujem se svome mentoru, prof. dr. sc. Nenadu Bojčetić, na savjetima i ukazanoj pomoći tijekom izrade ovog rada.

Josip Petić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite  
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:  
procesno-energetski, konstrukcijski, brodstrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

|                                                              |        |
|--------------------------------------------------------------|--------|
| Sveučilište u Zagrebu<br>Fakultet strojarstva i brodogradnje |        |
| Datum                                                        | Prilog |
| Klasa:                                                       |        |
| Ur.broj:                                                     |        |

## ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **JOSIP PETIĆ**

Mat. br.: 0035185104

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **STROJ ZA KALANJE TRUPACA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **SPLITTER FOR LOGS**

Opis zadatka:

Koncipirati i konstruirati stroj za kalanje trupaca. Kalanje se mora ostvariti alatom u obliku stožca (sa spiralnim utorom). Stroj se mora moći priključiti na traktor (standardni priključak na traktoru). Pogon stroja treba ostvariti pomoću traktora. Potrebno je omogućiti kalanje trupaca visine do 1200 mm te maksimalnog promjera do 800 mm.

U radu treba:

1. Analizirati i prikazati postojeća rješenja sličnih strojeva.
2. Koncipirati više varijanti rješenja.
3. Definirati kriterije za uspoređivanje varijanti rješenja.
4. Varijante rješenja usporediti te vrednovanjem odabrati najpovoljniju.
5. Izraditi detaljno konstrukcijsko rješenje odabrane varijante.
6. Izraditi računalni model stroja u 3D CAD programskom paketu.
7. Izraditi tehničku dokumentaciju, pri čemu će se opseg konstrukcijske razrade dogovoriti tijekom izrade rada.

U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:  
25. studenog 2014.

Rok predaje rada:  
**1. rok:** 26. veljače 2015.  
**2. rok:** 17. rujna 2015.

Predviđeni datumi obrane:  
**1. rok:** 2., 3., i 4. ožujka 2015.  
**2. rok:** 21., 22., i 23. rujna 2015.

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Izv. prof. dr. sc. Nenad Bojčetić

Prof. dr. sc. Igor Balen

## Sadržaj

|                                                     |        |
|-----------------------------------------------------|--------|
| POPIS SLIKA .....                                   | III    |
| POPIS TABLICA.....                                  | IV     |
| POPIS OZNAKA.....                                   | V      |
| 1. Uvod .....                                       | - 1 -  |
| 2. Strojevi za klanje drva.....                     | - 1 -  |
| 2.1 Hidraulički strojevi .....                      | - 1 -  |
| 2.2 Strojevi za klanje drva sa svrdlom .....        | - 2 -  |
| 3. Konusno svrdlo .....                             | - 3 -  |
| 4. Traktor .....                                    | - 6 -  |
| 4.1 Poteznica.....                                  | - 6 -  |
| 4.2 Priključno vratilo traktora.....                | - 9 -  |
| 4.3 Traktor URSUS C-335 .....                       | - 11 - |
| 5. Analiza tržišta .....                            | - 12 - |
| 5.1 Kalač drva bravarskog obrta Kralj-kocijan ..... | - 12 - |
| 5.2 Kalač Hycrack HC1X tvrtke Galbraith Bros.....   | - 13 - |
| 5.3 Kalač tvrtke Wylie Engineering .....            | - 15 - |
| 5.4 Usporedba kalača .....                          | - 16 - |
| 6. Funkcijska dekompozicija .....                   | - 18 - |
| 7. Morfološka matrica .....                         | - 19 - |
| 8. Koncepti.....                                    | - 21 - |
| 8.1 Koncept 1 .....                                 | - 21 - |
| 8.2 Koncept 2 .....                                 | - 22 - |
| 8.3 Koncept 3 .....                                 | - 23 - |
| 8.4 Koncept 4 .....                                 | - 24 - |
| 8.4. Usporedba koncepata.....                       | - 25 - |
| 9. Proračun .....                                   | - 26 - |
| 9.1. Proračun vratila .....                         | - 26 - |
| 9.2. Izbor ležajeva .....                           | - 30 - |
| 9.3 Proračun zavora .....                           | - 32 - |
| 9.4. Proračun vijaka .....                          | - 36 - |

|                                                         |        |
|---------------------------------------------------------|--------|
| 9.5 Proračun spoja vratila i svrdla uložnim klinom..... | - 36 - |
| Zaključak.....                                          | - 37 - |
| Literatura.....                                         | - 38 - |
| Prilozi.....                                            | - 39 - |

**POPIS SLIKA**

|                                                        |        |
|--------------------------------------------------------|--------|
| Slika 1. Hidraulički kalač .....                       | - 1 -  |
| Slika 2. Konusno svrdlo.....                           | - 2 -  |
| Slika 3. Jednovojno svrdlo .....                       | - 3 -  |
| Slika 4. Dvovojno svrdlo .....                         | - 3 -  |
| Slika 5. Dvodjelno svrdlo .....                        | - 4 -  |
| Slika 6. Pogrešno rukovanje .....                      | - 4 -  |
| Slika 7. Ispravno rukovanje.....                       | - 5 -  |
| Slika 8. Poteznica .....                               | - 6 -  |
| Slika 9. Dimenzije standardnog priključka.....         | - 8 -  |
| Slika 10. Zglobno vratilo (kardan).....                | - 9 -  |
| Slika 11. Crtež zglobnog vratila prema ISO 500-3 ..... | - 10 - |
| Slika 12. URSUS C-335 .....                            | - 11 - |
| Slika 13. Kalač drva obrta Kralj-kocijan .....         | - 12 - |
| Slika 14. Detalj svrdla .....                          | - 12 - |
| Slika 15. Kalač Hycrack HC1X.....                      | - 13 - |
| Slika 16. Svrdlo Hycrack HC1X .....                    | - 14 - |
| Slika 17. Kalač tvrtke Wylie Engineering .....         | - 15 - |
| Slika 18. Detalj ploče .....                           | - 15 - |
| Slika 19. Funkcijska dekompozicija.....                | - 18 - |
| Slika 20. Koncept 1 .....                              | - 21 - |
| Slika 21. Koncept 2 .....                              | - 22 - |
| Slika 22. Koncept 3 .....                              | - 23 - |
| Slika 23. Koncept 4 .....                              | - 24 - |
| Slika 24. Skica vratila .....                          | - 27 - |
| Slika 25. Sile u osloncima.....                        | - 27 - |
| Slika 26. Ležaj oslonca A.....                         | - 30 - |
| Slika 27. Ležaj oslonca B .....                        | - 31 - |
| Slika 28. Lijevi i desni zavar .....                   | - 33 - |
| Slika 29. Proračunska skica zavora 1 .....             | - 33 - |
| Slika 30. Proračunska skica zavora 2 .....             | - 34 - |
| Slika 31. Proračunska skica zavora 3 .....             | - 35 - |

**POPIS TABLICA**

|                                                                         |        |
|-------------------------------------------------------------------------|--------|
| Tablica 1. Kategorije poteznica .....                                   | - 7 -  |
| Tablica 2. Dimenzije standardnog priključka prema ISO 730-1 normi ..... | - 8 -  |
| Tablica 3. Dimenzije zglobnog vratila prema ISO 500-3 .....             | - 10 - |
| Tablica 4. Specifikacije traktora URSUS C-335 .....                     | - 11 - |
| Tablica 5. Tehnički podaci kalača obrta Kralj-kocijan .....             | - 13 - |
| Tablica 6. Tehnički podaci kalača Hycrack HC1X .....                    | - 14 - |
| Tablica 7. Usporedba postojećih kalača .....                            | - 16 - |
| Tablica 8. Morfološka matrica .....                                     | - 19 - |
| Tablica 9. Usporedba koncepata .....                                    | - 25 - |

## POPIS OZNAKA

| <b>Oznaka</b> | <b>Jedinica</b>   | <b>Jedinica</b>                     |
|---------------|-------------------|-------------------------------------|
| $A_s$         | $\text{mm}^2$     | Površina vijka                      |
| $d$           | mm                | Promjer vratila                     |
| $C_A$         | kN                | Statička nosivost ležaja A          |
| $C_B$         | kN                | Statička nosivost ležaja B          |
| $F$           | N                 | Sila kojim trupac djeluje na svrdlo |
| $F_A$         | N                 | Sila u osloncu A                    |
| $F_B$         | N                 | Sila u osloncu B                    |
| $F_v$         | N                 | Sila u vijcima                      |
| $G$           | kg                | Težina trupca                       |
| $I_{zav}$     | $\text{mm}^4$     | Moment inercije zavora              |
| $l_{stola}$   | mm                | Duljina stola                       |
| $L_{10h}$     | h                 | Vijek trajanja ležaja               |
| $M$           | Nmm               | Moment savijanja                    |
| $M_{red}$     | Nmm               | Reducirani moment savijanja         |
| $n$           | $\text{min}^{-1}$ | Broj okretaja vratila               |
| $P_n$         | kW                | Nazivna snaga traktora              |
| $P_k$         | kW                | Korisna snaga na kardanu            |
| $P_{ra}$      | kW                | Sila u ležaju A                     |
| $P_{rb}$      | kW                | Sila u ležaju B                     |
| $p$           | $\text{N/mm}^2$   | Površinski pritisak klina           |
| $p_{dop}$     | $\text{N/mm}^2$   | Dopušteni pritisak                  |
| $Re$          | $\text{N/mm}^2$   | Granica tečenja                     |
| $r$           | mm                | Radijus                             |
| $S$           | -                 | Sigurnost                           |
| $s$           | mm                | Debljina zavora                     |
| $T$           | Nm                | Okretni moment vratila              |
| $V$           | mm                | Volumen trupca                      |
| $v$           | mm                | Visina trupca                       |
| $\varepsilon$ | -                 | Eksponent vijeka trajanja ležaja    |
| $\eta$        | -                 | Korisnost                           |
| $\rho$        | $\text{kg/m}^3$   | Gustoća drva                        |
| $\sigma$      | $\text{N/mm}^2$   | Naprezanje                          |

## 1. Uvod

Zadnjih godina uočen je porast potražnje za kalijevim pećima na drva, a samim time i potražnja za ogrijevnim drvetom- cjepanicama. U našim krajevima cjepanice su još uvijek najpopularniji i najtradicionalniji oblik ogrijevnog drveta kojeg susrećemo.

Prednosti korištenja drva su mnoge. Drvo je biološko gorivo i ekološki je prihvatljivo. Koristeći drvo praktički ne povećavamo sadržaj ugljičnog dioksida u atmosferi i smanjuje se učinak klimatskih promjena u odnosu na korištenje plina, nafte ili ugljena.

Zbog veće potražnje drva mora doći i do veće potražnje strojeva za klanje drva. Zbog toga će se u ovom radu pristupiti pronalaženju idealnog rješenja.

## 2. Strojevi za klanje drva

### 2.1 Hidraulički strojevi

Ovi strojevi za klanje drva koriste hidrauličke cilindre za ostvarivanje sile potrebne za klanje drva. Međutim ti strojevi su skupi, troše puno energije, glomazni su te zbog toga zahtijevaju puno prostora i nije ih lagano transportirati. Isto tako sadrže puno dijelova te se zato lako kvare i održavanje je kompliciranije.



Slika 1. Hidraulički kalač

## 2.2 Strojevi za klanje drva sa svrdlom

Strojevi za klanje drva sa svrdlom nemaju niti jedan od prethodno navedenih nedostataka. Njihova prednost je istovremena upotreba klina i navoja čijim se zavrtnjem u drvo ostvaruje mnogo lakše cijepanje. Takvim principom se smanjuje potrošnja energije na minimum obzirom na hidrauličke kalače.



Slika 2. Konusno svrdlo

Zbog jednostavne konstrukcije stroja cijena je manja, lakše se transportira i nema dijelove sklone zatajenju. Za pogon može se koristiti elektromotor ili motor s unutrašnjim izgaranjem. Isto tako kalač se može montirati na poljoprivredne strojeve kao što je traktor.

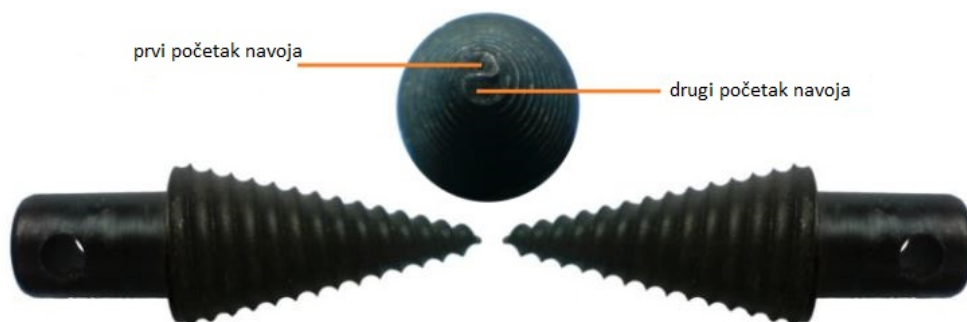
### 3. Konusno svrdlo

Može biti jednovojno ili dvovojno. Jednovojno u drvo ulazi teže, i zbog toga da bi se olakšalo kalanje, vrh mora biti dobro naoštren. Nedostatak toga je olakšano lomljenje vrha svrdla (slično kao prejako naoštren vrh olovke).



Slika 3. Jednovojno svrdlo

Dvovojno konusno svrdlo radi na istom principu kao i obično svrdlo za bušenje provrta. Njegov vrh lakše ulazi u drvo te zbog toga nije potrebno naoštiti vrh svrdla. Zbog toga je manje vjerovatno da će vrh puknuti uslijed velikog naprezanja.



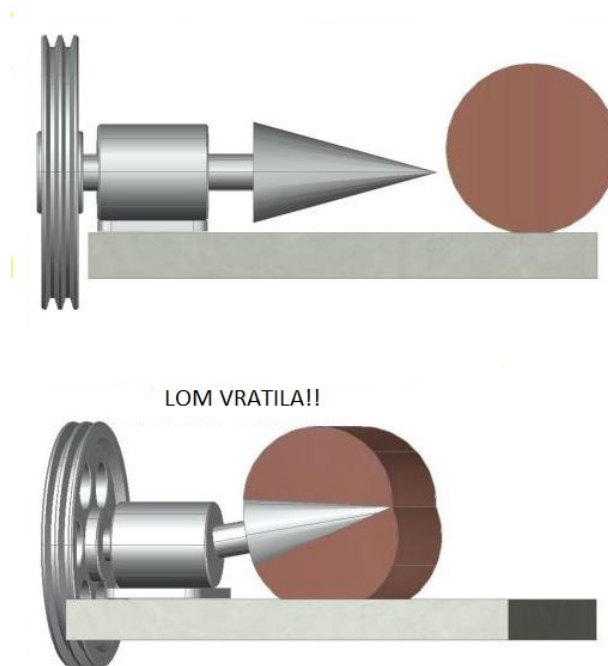
Slika 4. Dvovojno svrdlo

Vrh svrdla je potrebno cementirati. To osigurava tvrdoću na površinskim slojevima (otpornost na trošenje) i zadržavanje žilavosti u jezgri (otpornost na udarna opterećenja).



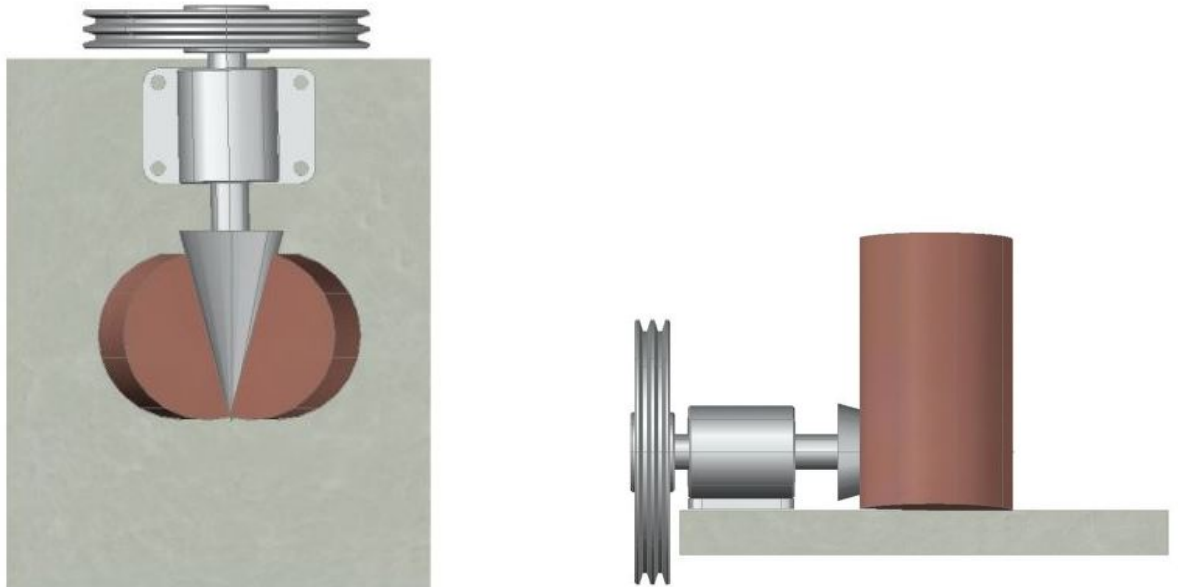
Slika 5. Dvodjelno svrdlo

Svrdlo se uobičajno izrađuje s promijenjivim korakom navoja. Počevši od vrha svrdla korak navoja raste. Zbog toga što je korak manji na početku svrdlo lakše ulazi u drvo i potrebna je manja sila za ostvarivanje klanja.



Slika 6. Pogrešno rukovanje

Slika 6. nam pokazuje da trupac ne smijemo stavljati vodoravno i tako kalati jer će doći do loma vratila.



Slika 7. Ispravno rukovanje

Na slici 7. vidimo da trupac moramo stavljati horizontalno tj. os drveta mora biti okomita na podlogu.

## 4. Traktor

Poljoprivredni traktor je vozilo namijenjeno obavljanju poslova po cestama i poljima, sposobno za nošenje, upravljanje, vuču i pogon oruđa- priključaka ili pokretnih i nepokretnih strojeva i vuču prikolice. Na njih se mogu priključiti različiti strojevi posebne namjene, kao što su plugovi, prokolice, malčeri i sl.

Osnovna podjela traktora je prema konstrukciji:

- jednoosovinski: s 2 kotača ili bez kotača (motokultivatori)
- dvoosovinski: s upravljanjem na zadnje kotače, na sva 4 kotača, zglobni traktori

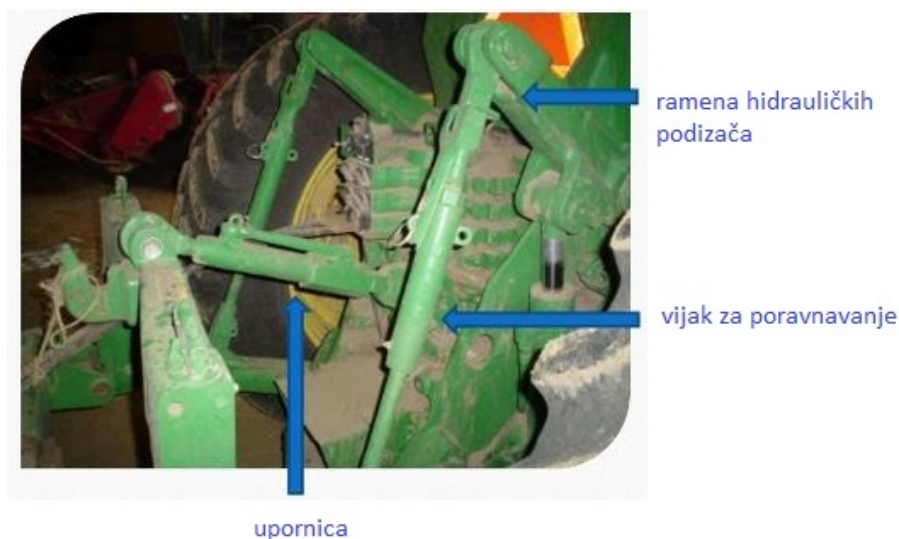
Uz tu podjelu postoji još niz drugih podjela s obzirom na namjenu, snagu i sl.

### 4.1 Poteznica

Poteznica je uređaj za priključivanje oruđa, odnosno strojeva za traktor načinom koji omogućava obavljanje određenih radova.

Vrste poteznica:

- Klasična - na starijim tipovima traktora, ali i na novijim motorima velikih instaliranih snaga, radi vuče širokozahvatnih oruđa
- Hidraulična (trozglobna) - za priključivanje ovjesnih i poluovjesnih oruđa i strojeva



Slika 8. Poteznica

Dijelovi poteznice su: ramena hidrauličkih podizača, lijeva podizna poluga, desna podizna poluga s vijkom za poravnavanje i gornja traktorska poluga (upornica).

Hidraulični podizači rade na hidrostatskom principu, tj. potisnom silom na putu pomicanja klipa nasuprot teretu obavljaju rad.

Mogu obavljati slijedeće:

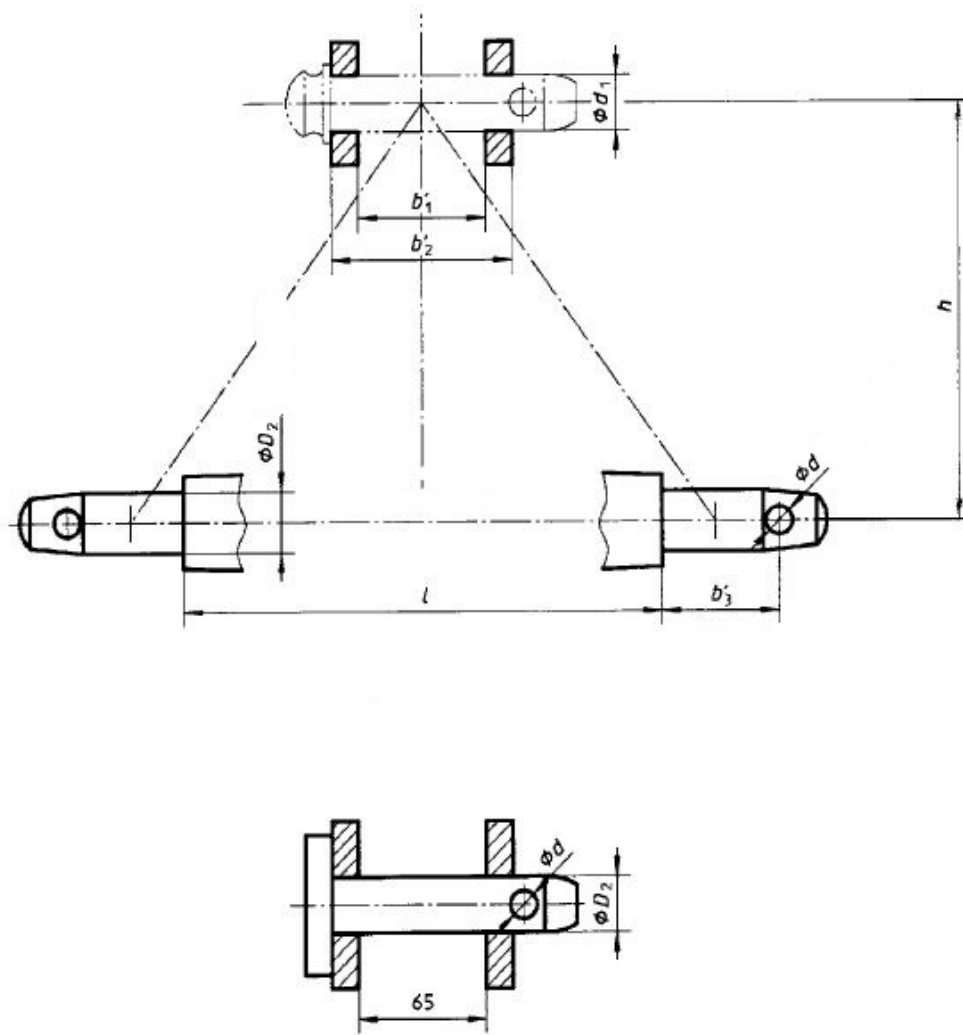
- podizanje i spuštanje ovjesnih i poluovjesnih oruđa
- prisilno spuštanje oruđa
- podržavanje oruđa u podignutom stanju
- održavanje stalnog položaja oruđa sa radnim dijelovima ispod ili iznad površine tla
- održavanje stalnog vučnog otpora

Upornica služi za reguliranje kuta nagiba kako bi se postigao pravilan položaj radnog priključka. Stražnja poteznica definirana je normom ISO 730-1.

Postoje 4 kategorije poteznica koje ovise o snazi traktora. Što je veća kategorija, poteznice su masivnije.

Tablica 1. Kategorije poteznica

| Kategorija | Snaga traktora (kw) |
|------------|---------------------|
| 0          | <15                 |
| 1          | 15 do 30-34         |
| 2          | 30-34 do 67-71      |
| 3          | >67-71              |



Slika 9. Dimenzije standardnog priključka

Tablica 2. Dimenzije standardnog priključka prema ISO 730-1 normi

|                |                 | Kategorija    |               |
|----------------|-----------------|---------------|---------------|
| Dimenzije (mm) |                 | 1             | 2             |
| $d_1$          |                 | $25.7^{+0.2}$ | $32^{+0.25}$  |
| $b_1$          |                 | 52 min        | 52 min        |
| $b_2$          |                 | 86 max.       | 95 max        |
| $D_2$          |                 | $28^{-0.2}$   | $36.6^{-0.2}$ |
| $b_3$          |                 | 49 min.       | 52 min        |
| $l$            |                 | $825 \pm 1.5$ | $965 \pm 1.5$ |
| $d$            | gornji svornjak | 12 min        | 12 min        |
|                | donji svornjak  | 12 min        | 17 min        |
| $h$            |                 | $610 \pm 1.5$ | $685 \pm 1.5$ |

## 4.2 Priključno vratilo traktora

Priključno vratilo(kardan) služi za pogon mehanizama i radnih dijelova priključenih strojeva. Svi traktori imaju stražnje priključno vratilo, a kod novijih traktora se nalazi i s prednje strane kao i s bočne strane.

Broj okretaja vratila je standardiziran na 540 okretaja u minuti, i to kod nazivnog broja okretaja radilice motora ili kod maksimalne snage motora. Na traktorima većih snaga primjenjuje se kao standard 1000 okretaja u minuti. Postoje i dvobrzinska priključna vratila sa 540 i 1000 okretaja u minuti.

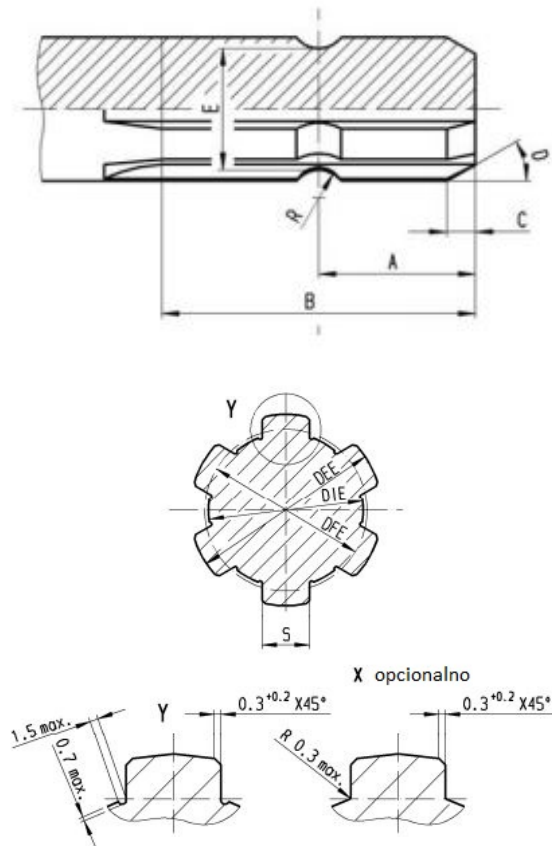
Obično se standardizirani broj okretaja postiže na 75 % turaže, pa ako je npr. nominalna turaža traktora 2200o/min, na priključnom vratilu bit će 540 o/min pri turaži motora traktora od 1650 o/min.

Prema standardu smjer vrtnje vratila je suprotno od kazaljke na satu kada se gleda sa stražnje strane traktora.

Norme koje to propisuju su ISO 500-1, ISO 500-2, ISO 500-3.



Slika 10. Zglobno vratilo (kardan)



Tablica 3. Dimenzije zglobnog vratila prema ISO 500-3

| Dimenzije (mm) |                    |
|----------------|--------------------|
| A              | $38 \pm 0,8$       |
| B              | $\geq 76$          |
| C              | $6^{+1}$           |
| D              | $30^\circ \pm 0,3$ |
| E              | $29,4 \pm 0,1$     |
| R              | $6,8 \pm 0,25$     |
| Z              | 6                  |
| DEE            | $34,87_{-0,12}$    |
| DFE            | $\leq 30,00$       |
| DIE            | $29,00_{-0,10}$    |
| SVMAX          | 8,64               |
| SMAX           | (8,60)             |
| SMIN           | 8,51               |

Slika 11. Crtež zglobnog vratila prema ISO 500-3

### 4.3 Traktor URSUS C-335

Razlog odabira ovog traktora je u tome što je on jedan od najzastupljenijih u Hrvatskoj. Drugi razlog je što ja posjedujem istog i stoga će se on koristiti za pogon stroja.



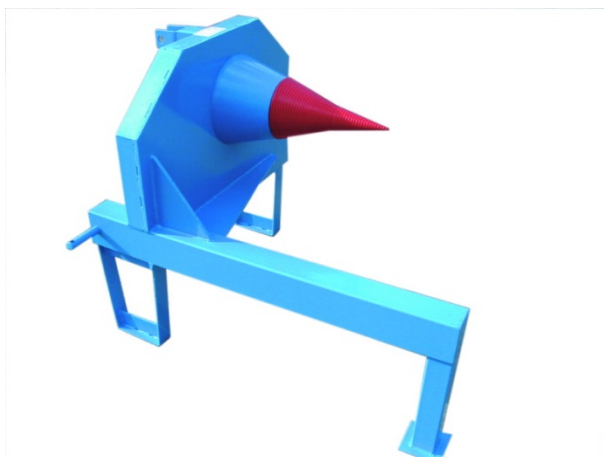
Slika 12. URSUS C-335

Tablica 4. Specifikacije traktora URSUS C-335

|                      |                                |
|----------------------|--------------------------------|
| Nazivna snaga        | 26 kW (2200min <sup>-1</sup> ) |
| Kardansko vratilo    | 540 min <sup>-1</sup>          |
| Podizna snaga zadnja | 750 kg                         |

## 5. Analiza tržišta

### 5.1 Kalač drva bravarskog obrta Kralj-kocijan



Slika 13. Kalač drva obrta Kralj-kocijan



Kao što možemo vidjeti sa slike kalač je izrađen od čeličnih profila i lima koji su spojeni tehnikom zavarivanja. Dosta je robusne konstrukcije sa mnogim ojačanjima na spojevima koji osiguravaju povećanu krutost. Pogon se ostvaruje traktorom preko kardanskog priključka.

Kalač s lijeve strane ima dodatno osiguranje koje sprječava okretanje trupaca zajedno sa svrdlom.



Slika 14. Detalj svrdla

Sa slike 14 vidimo da je vratilo izrađeno od istog komada zajedno s kardanskim spojem.

Vratilo se kasnije uležištuje u tuljac pomoću valjnih ležaja.

Tablica 5. Tehnički podaci kalača obrta Kralj-kocijan

| Tehnički podaci              |                  |
|------------------------------|------------------|
| Dimenzije (VxŠxD) [mm]:      | 800 x 950 x 1000 |
| Promjer svrdla [mm]          | 260              |
| Dužina svrdla [mm]           | 490              |
| Kapacitet za 1 sat rada      | 5-8 m drva       |
| min.-max. dužina trupca [mm] | 800-1000         |
| Potrebna snaga traktora [kW] | 25               |
| Cijena [kn]                  | 3500             |

## 5.2 Kalač Hycrack HC1X tvrtke Galbraith Bros



Slika 15. Kalač Hycrack HC1X

Kalač Hycrack spaja se na traktor i pogoni preko kardanskog priključka koji dolazi zajedno sa strojem. Ova izvedba nema postolje kojim se oslanja na podlogu nego cijelu težinu preuzima traktor. Zbog toga se može spustiti do podloge i na taj način nam olakšava stavljanje trupaca.

Kalač nije predviđen za kalanje dugačkih trupaca zbog fiksne ploče na koju se stavljaju. Konstrukcija je zavarene izvedbe, masivna i s emajliranim zaštitnim slojem.



Slika 16. Svrđlo Hycrack HC1X

Svrđlo je izrađeno od dva dijela. Vrh svrdla je kaljen i može se zamijeniti u slučaju oštećenja.

Ispod svrdla se nalazi aluminijски klin koji sprječava zaglavljivanje drveta između svrdla i ploče.

Tablica 6. Tehnički podaci kalača Hycrack HC1X

| Tehnički podaci              |           |
|------------------------------|-----------|
| Dimenzije trupca (VxŠ) [mm]  | 600 x 750 |
| Potrebna snaga traktora [kW] | ≈19       |
| Cijena [kn]                  | ≈10850    |

### 5.3 Kalač tvrtke Wylie Engineering



Slika 17. Kalač tvrtke Wylie Engineering

Ovaj kalač vrlo je sličan prethodno opisanom. Zavarene je konstrukcije i isto tako se spaja na traktorski priključak i pogoni zglobnim vratilom koje dolazi zajedno sa strojem. Omogućava nam klanje samo kraćih trupaca koji se stavljaju na ploču.

Osnovna razlika u odnosu na prethodni kalač je u ploči. Ona nije fiksno učvršćena već se nalazi na oprugama. U slučaju zaglavlivanja drva opruge će se sabiti i na taj način spriječiti moguće oštećenje svrdla.



Slika 18. Detalj ploče

Uz kalač dolazi poluga koja se stavlja u jedan od više izrađenih provrta na ploči, ovisno o promjeru trupca, i pomoću koje se pritišće trupac na svrdlo. Vratilo svrdla je uležišteno pomoću 4 ležaja.

Za ovaj kalač osim cijene, koja iznosi ≈8400 kn, nisu dati nikakvi drugi podaci. S obzirom na sličnost s prethodnim strojem može se pretpostaviti da je omogućeno kalanje trupaca istih dimenzija.

## 5.4 Usporedba kalača

Tablica 7. Usporedba postojećih kalača

|                                    |                   | Kralj-kocijan |    | Hycrack HC1X |    | Wylie Engineering |    |
|------------------------------------|-------------------|---------------|----|--------------|----|-------------------|----|
|                                    | Važnost kriterija | Ocjena        | Π  | Ocjena       | Π  | Ocjena            | Π  |
| Cijena                             | 3                 | 3             | 9  | 1            | 3  | 2                 | 6  |
| Kompleksnost                       | 3                 | 1             | 3  | 2            | 6  | 2                 | 6  |
| Mogućnost prilagodbe visine kalača | 2                 | 2             | 4  | 3            | 6  | 3                 | 6  |
| Dimenzije trupaca                  | 3                 | 3             | 9  | 2            | 6  | 2                 | 6  |
| Potrebna snaga traktora            | 2                 | 2             | 4  | 3            | 6  | 3                 | 6  |
| Oprema (zglobno vratilo)           | 1                 | 1             | 1  | 2            | 2  | 3                 | 3  |
| Σ                                  |                   |               | 30 |              | 29 |                   | 33 |

Važnost kriterija: 1-3 (kriterij s većom ocjenom je bitniji)

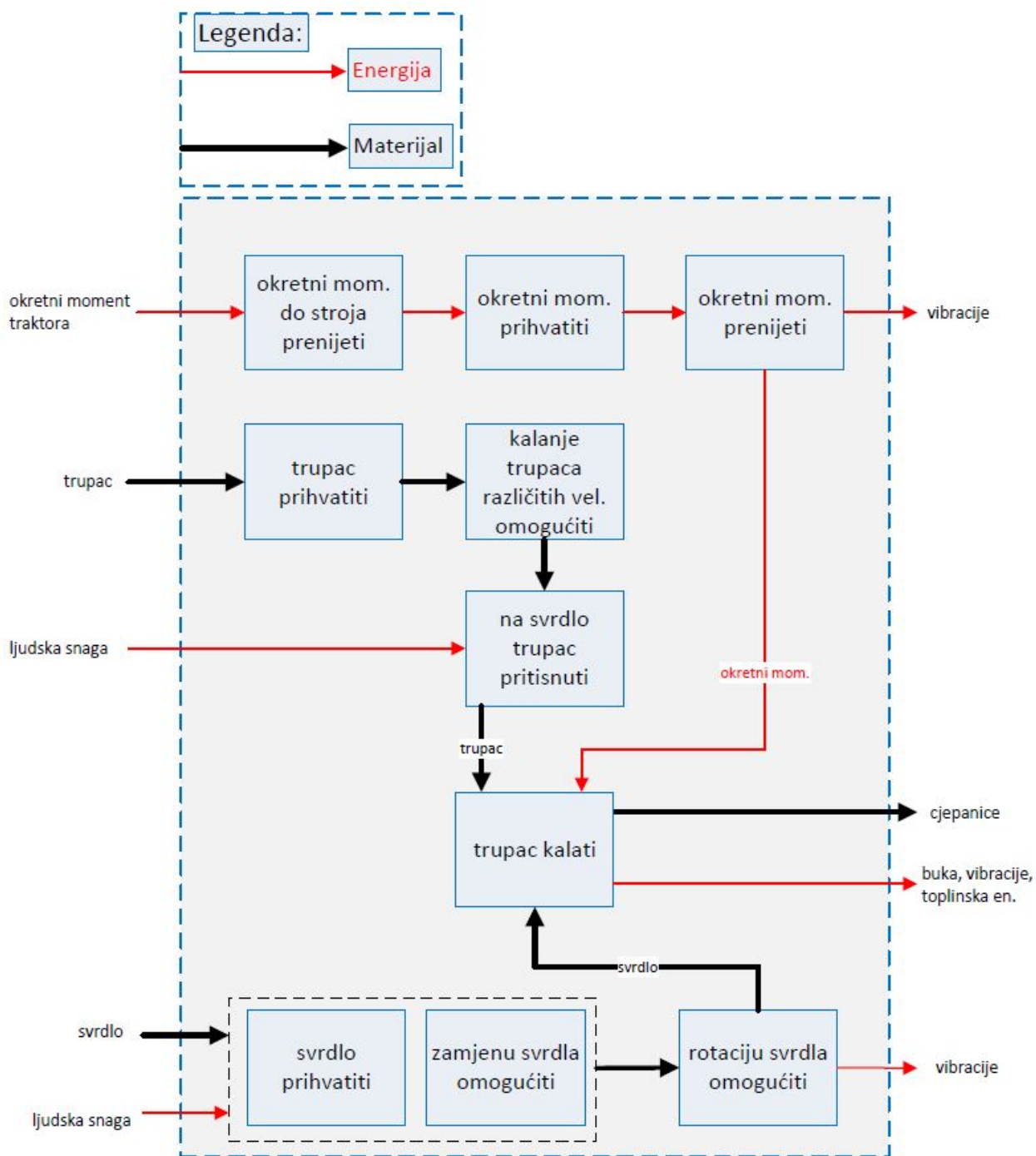
Ocjena: 1-3 (veća ocjena=bolja ocjena)

Π= Važnost kriterija x ocjena

Iz tablice usporedbe vidljivo je da sva tri proizvoda imaju slične ukupne ocjene. Kalač tvrtke Wylie Engineering ima najveću ukupnu ocjenu. Ali Kralj-kocijan omogućuje klanje trupaca velikih dimenzija dok ostala 2 stroja mogu kalati samo kraće trupce.

Stoga smatram da bi najbolje rješenje bila kombinacija strojeva gdje bi imali mogućnost klanja visokih trupaca, kao što je to slučaj kod kalača Kralj-kocijan, i trupaca kraćih dimenzija.

## 6. Funkcijska dekompozicija

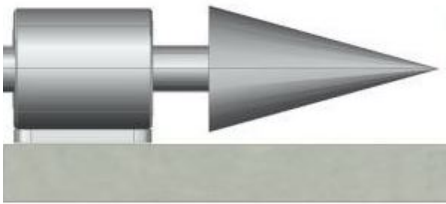
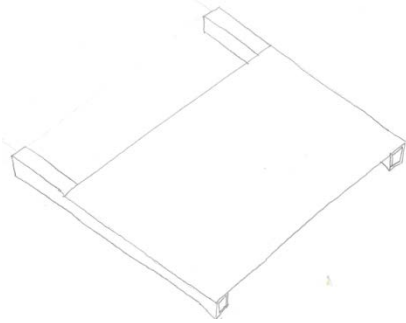


Slika 19. Funkcijska dekompozicija

## 7. Morfološka matrica

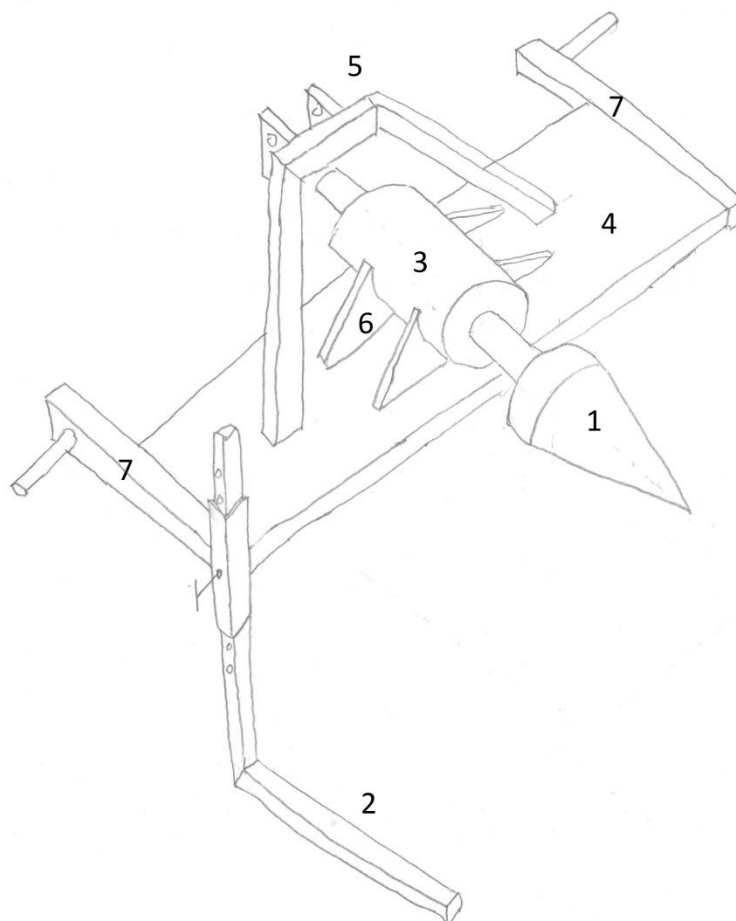
Tablica 8. Morfološka matrica

|                                    |                                                                                     |                                                                                    |
|------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| Okretni moment do stroja prenijeti | kardanskim vratilom                                                                 | kardanskim vratilom s lamelom                                                      |
|                                    |    |  |
| Okretni moment prihvatiti          | kardanski priključak                                                                |                                                                                    |
|                                    |  |                                                                                    |
| Okretni moment prenijeti           | vratilo                                                                             |                                                                                    |
|                                    |  |                                                                                    |

|                                                                     |                                                                                     |                                                                                      |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Rotaciju<br/>svrdla<br/>omogućiti</b>                            | valjni ležaj s kućištem                                                             | valjni ležaj u glavini                                                               |
|                                                                     |    |    |
| <b>Klanje<br/>trupaca<br/>različitih<br/>veličina<br/>omogućiti</b> | postavljanjem stola                                                                 | spuštanjem kalača do podloga                                                         |
|                                                                     |   |                                                                                      |
| <b>Na svrdlo<br/>trupac<br/>pritisnuti</b>                          | ručno                                                                               | polugom                                                                              |
|                                                                     |  |  |

## 8. Koncepti

### 8.1 Koncept 1



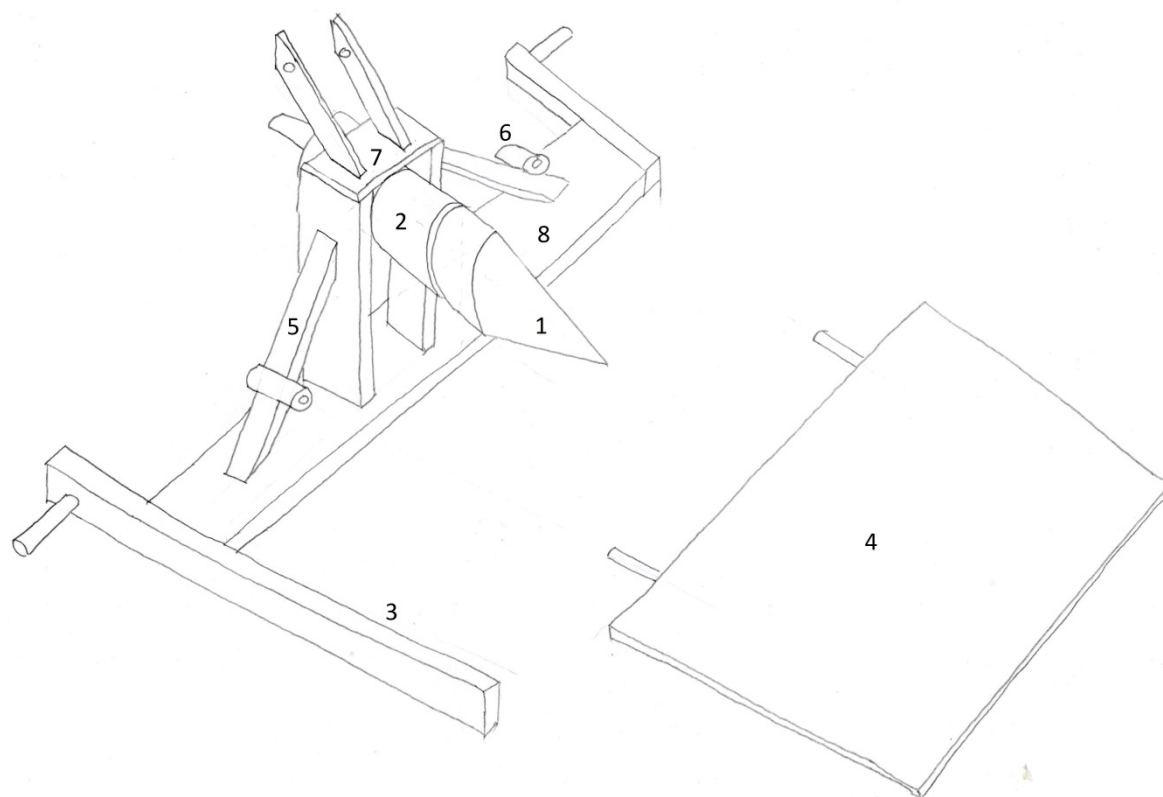
Slika 20. Koncept 1

Kod ovog koncepta vratilo svrdla (1) je uležišteno u glavini (5) koja je zavarena i ojačana dodatnim rebrima za ploču (4).

Na ploču su sa strane zavarene šipke(7) preko kojih se ostvarije priključak na traktor. Priključak na gornju poteznicu traktora je izveden od zavarenih pravokutnih profila(5) koji su isto tako zavareni na ploču (4).

Šipka (2) spriječava okretanje trupaca zajedno sa svrdlom i može se mijenjati njena visina. Kada želimo kalati kraće trupce šipka se može izvaditi ili pomaknuti prema gore, tako da se kalač može spustiti do tla.

## 8.2 Koncept 2



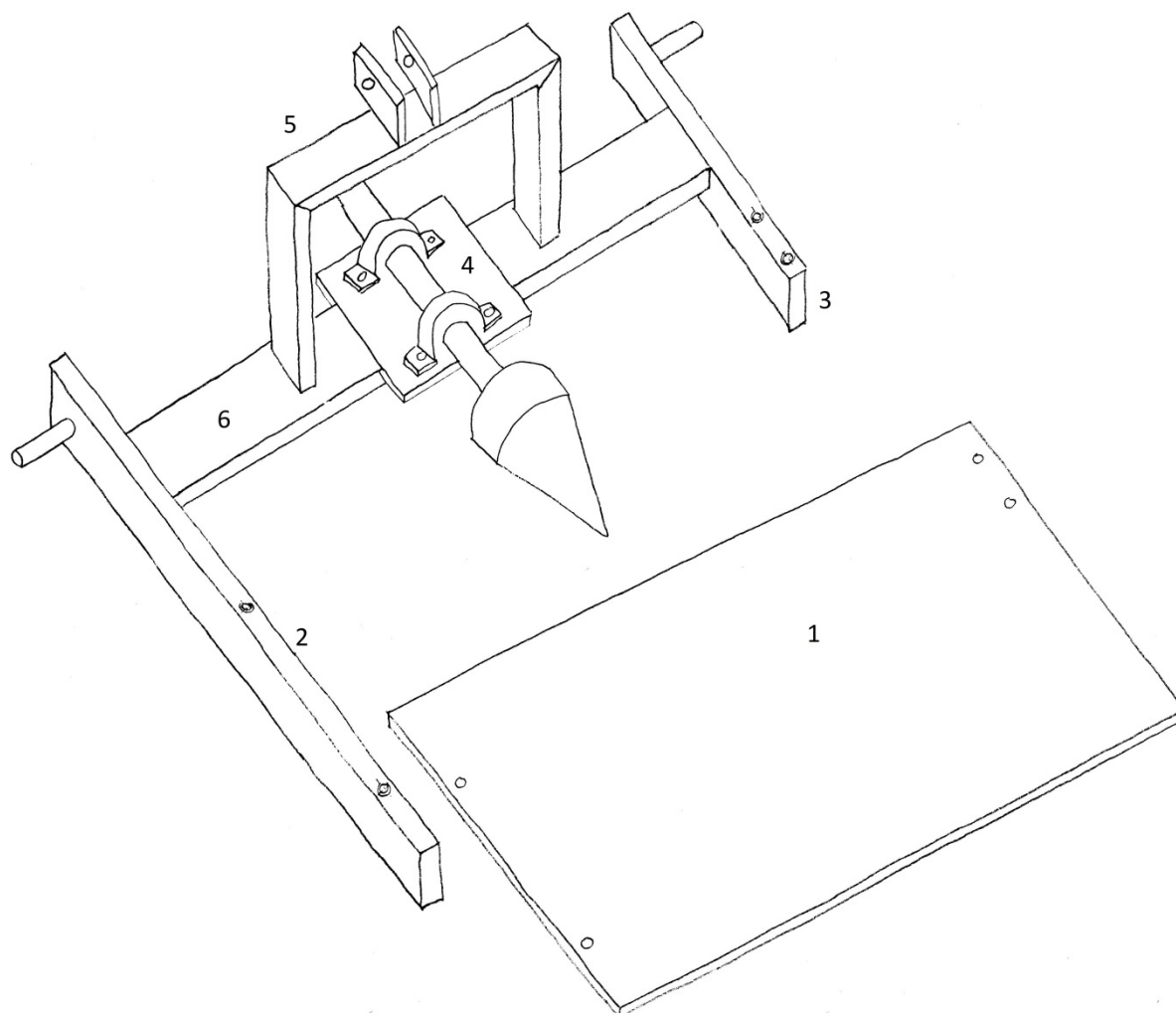
Slika 21. Koncept 2

Koncept 2 sličan je prethodnom konceptu. Isto tako je vratilo svrdla (1) uležišteno u glavini (2). Razlika je u tome što je svrdlo odignuto od ploče (8) zavarenom konstrukcijom (7) i ojačanjima (5).

Razlika u odnosu na prethodni koncept je u tome da za kalanje kraćih trupaca ne trebamo spuštati kalač, nego koristimo postolje (4). Postolje se sastoji od lima koji je zavaren na dvije cijevi koje se uglavljaju u zavarene šuplje cijevi (6) na ojačanjima (5).

Šipka (3) spriječava okretanje trupaca zajedno sa svrdlom.

### 8.3 Koncept 3



Slika 22. Koncept 3

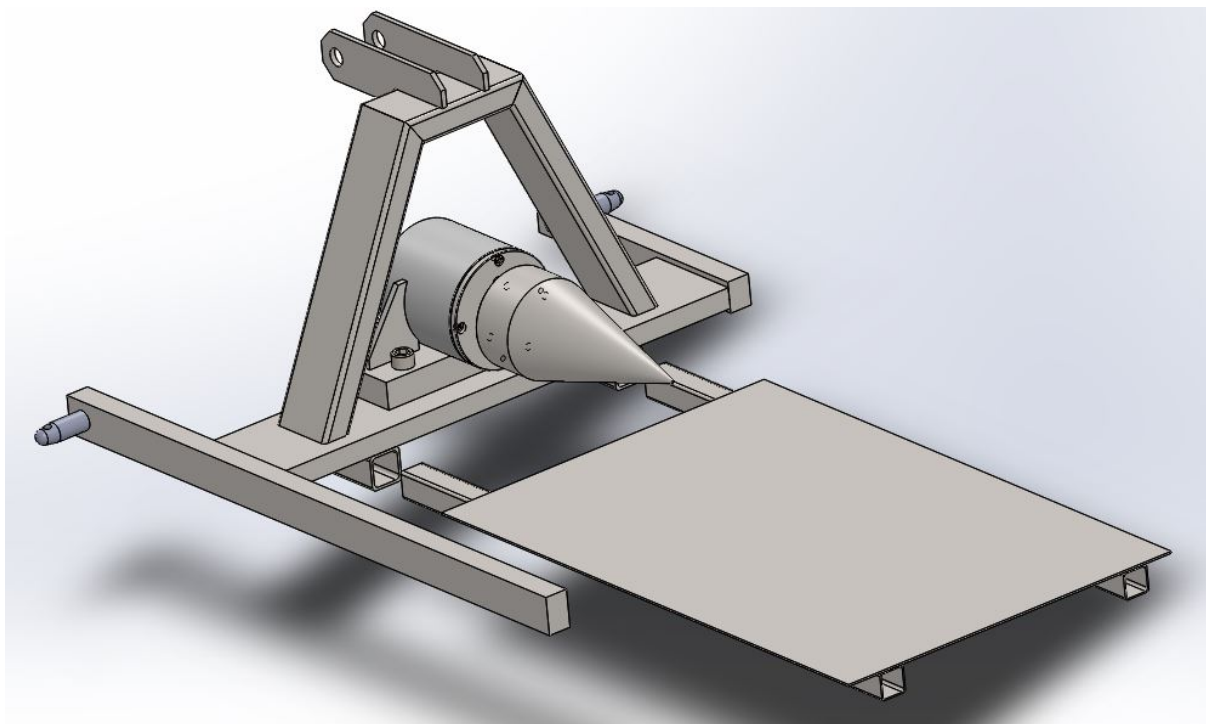
Kod koncepta tri za razliku od prethodna dva uležištenje vratila je ostvareno preko standardnih ležajnih mjesta koje se preko vijaka učvršćuju za ploču (4). Ploča (4) je zavarena za nosivu ploču (6).

Priključak na gornju traktorsku poteznicu je izveden zavarenim pravokutnim cijevima (5).

Kada se žele kalati kraći trupci stavlja se ploča (1) na šipke (2 i 3) i učvršćuje pomoću vijaka.

Isto tako šipka (2) sprječava okretanje trupaca.

## 8.4 Koncept 4



Slika 23. Koncept 4

Koncept 4 je većinom kombinacija prethodnih, isto tako je svrdlo uležišteno u glavini koja je zavarena za ploču i ojačana rebrima. Ta ploča se pomoću vijaka pričvršćuje za nosivu ploču, na koju su zavarene šipke preko kojih se kalač priključuje na traktor.

Kalanje kraćih trupaca je izvedeno pomoću postolja. Postolje se sastoji od ploče koja ja zavarena na dvije kvadratne cijevi. One se uglavljaju u druge veće dvije cijevi koje su zavarene za nosivu ploču.

Isto tako lijeva šipka služi kao osiguranje protiv okretanja trupca.

## 8.4. Usporedba koncepata

Tablica 9. Usporedba koncepata

|                                       |                   | Koncept 1 |       | Koncept 2 |       | Koncept 3 |       | Koncept 4 |       |
|---------------------------------------|-------------------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|-----------|-------|
|                                       | Važnost kriterija | Ocjena    | $\Pi$ | Ocjena    | $\Pi$ | Ocjena    | $\Pi$ | Ocjena    | $\Pi$ |
| Masa                                  | 1                 | 2         | 2     | 1         | 1     | 3         | 3     | 2         | 2     |
| Jednostavnost izvedbe                 | 2                 | 2         | 4     | 1         | 2     | 3         | 6     | 2         | 4     |
| Robusnost                             | 3                 | 2         | 6     | 3         | 9     | 1         | 3     | 3         | 9     |
| Rješenje kalanja kraćih trupaca       | 2                 | 1         | 2     | 3         | 4     | 1         | 2     | 3         | 6     |
| Osiguravanje protiv okretanja trupaca | 2                 | 1         | 2     | 2         | 4     | 3         | 6     | 3         | 6     |
| $\Sigma$                              |                   |           | 16    |           | 20    |           | 20    |           | 27    |

Važnost kriterija: 1-3 (kriterij s većom ocjenom je bitniji)

Ocjena: 1-3 (veća ocjena=bolja ocjena)

$\Pi$ = Važnost kriterija x ocjena

Temeljem usporedbe koncepata vidljivo je da koncepti 2 i 3 imaju istu ukupnu ocjenu. Koncept 1 se pokazao puno lošiji od ostalih. Dok koncept 4 ima najveću ukupnu ocjenu većinom zbog robusnosti i lakoće postavljanja postolja za kalanje kraćih trupaca.

Stoga će u nastavku razraditi koncept 4.

## 9. Proračun

### 9.1. Proračun vratila

Za proračun vratila nam je potreban moment na priključnom vratilu. Moment ćemo dobiti iz snage traktora. Pretpostavit će se snaga traktora kategorije 1 od 34 kW.

**Snaga:**

$$P_k = P_n \times 0,75 \times \eta = 34 \times 0,75 \times 0,9 = 22,95 \text{ kW}$$

$P_n$ -nazivna snaga traktora

$\eta_v$  -gubici prijenosa, vratila, ležajeva

0,75-obzirom da se standardni broj okretaja izlaznog vratila postiže pri 75 % nazivne snage traktora

**Okretni moment izlaznog vratila:**

$$T = \frac{P_k}{2 \times \pi \times n} = \frac{22950}{2 \times \pi \times \frac{540}{60}} \approx 406 \text{ Nm}$$

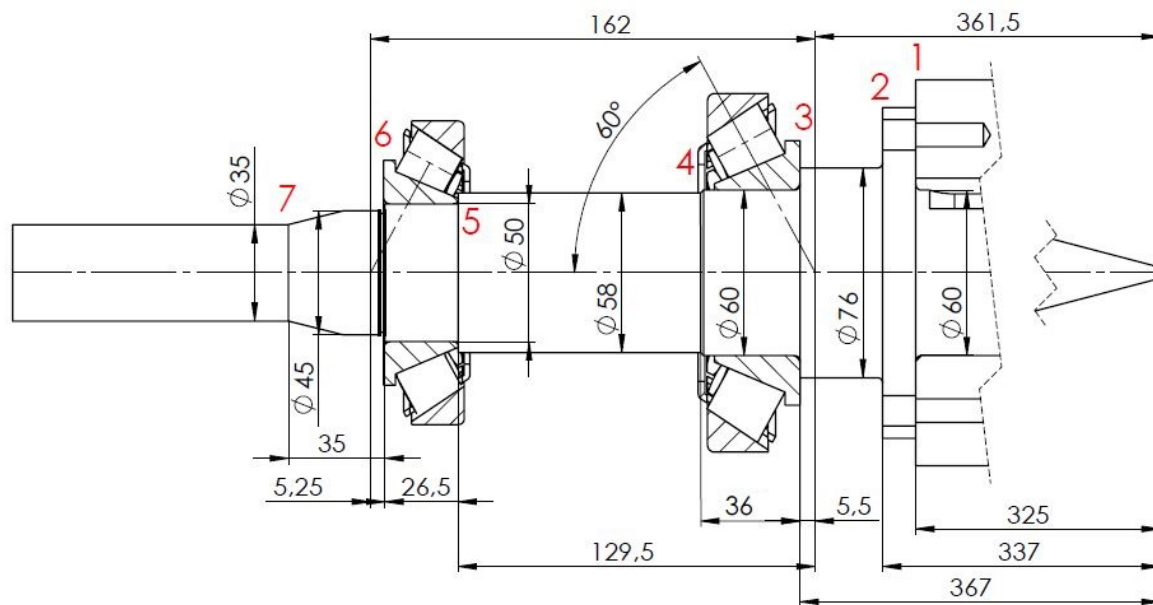
**Sila:**

$$F = G \times g = 453 \times 9,81 = 4443,93 \text{ N} \approx 4445 \text{ N}$$

$$G = V \times \rho = 0,603 \times 750 \approx 453 \text{ kg}$$

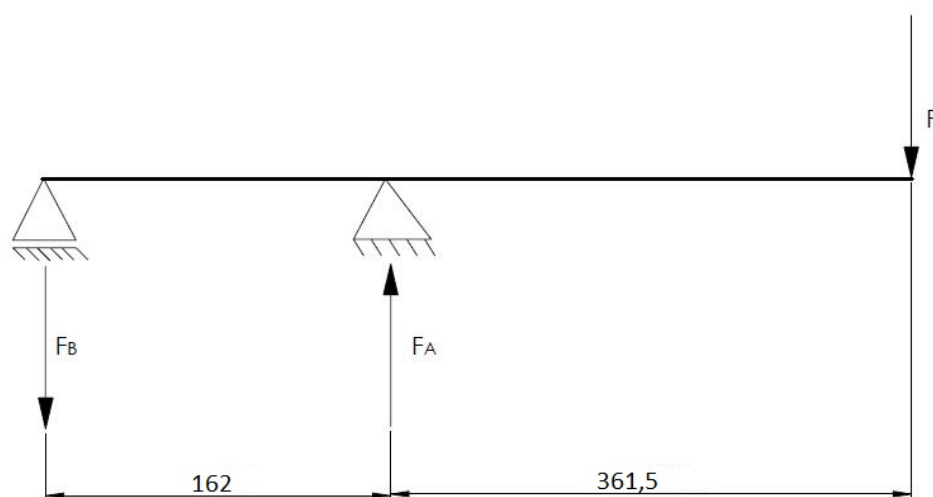
$$V = r^2 \times \pi \times v = 0,603 \text{ m}^3$$

$\rho$  -masena gustoća bukve sa 13% sadržaja vlage

**Skica vratila:**

Slika 24. Skica vratila

Proračun vratila se provodi prema gornjoj slici, za kritične presjeke na označenim udaljenostima.

**Sile u osloncima:**

Slika 25. Sile u osloncima

$$\sum F=0 \quad F-F_A+F_B=0 \rightarrow F_A=F+F_B$$

$$\sum M_A=0 \quad F_B \cdot 162 = F \cdot 361,5 \Rightarrow F_B = \frac{F \cdot 361,5}{162} = \frac{4445 \cdot 361,5}{162} = 9919N$$

$$F_A=4445+9919=11364 N$$

Momenti savijanja u pojedinim presjecima:

$$M_1 = 325 \cdot F = 325 \cdot 4445 = 1444625 Nmm$$

$$M_2 = 337 \cdot F = 337 \cdot 4445 = 1497965 Nmm$$

$$M_3 = 367 \cdot F - 5,5 \cdot F_A = 367 \cdot 4445 - 5,5 \cdot 11364 = 1568797 Nmm$$

$$M_4 = 403 \cdot F - 41,5 \cdot F_A = 403 \cdot 4445 - 41,5 \cdot 11364 = 1319729 Nmm$$

$$M_5 = 31,75 \cdot F_B = 31,75 \cdot 9919 = 314928 Nmm$$

$$M_6 = 5,25 \cdot F_B = 5,25 \cdot 9919 = 52075 Nmm$$

$$M_7 = 29,75 \cdot F_B = 29,75 \cdot 9919 = 273670 Nmm$$

Reducirani momenti se računaju prema formuli:

$$M_{red} = \sqrt{M^2 + 0,75(\alpha \cdot T)^2} \quad ; \quad \alpha \approx 1$$

$$M_{red,1} = \sqrt{M_1^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{1444625^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 1486798 Nmm$$

$$M_{red,2} = \sqrt{M_2^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{1497965^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 1616673 Nmm$$

$$M_{red,3} = \sqrt{M_3^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{1568797^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 1607716 Nmm$$

$$M_{red,4} = \sqrt{M_4^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{1319729^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 1395764 Nmm$$

$$M_{red,5} = \sqrt{M_5^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{314928^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 472024 Nmm$$

$$M_{red,6} = \sqrt{M_6^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{52075^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 355442 Nmm$$

$$M_{red,7} = \sqrt{M_7^2 + 0,75 \cdot T^2} = \sqrt{273670^2 + 0,75 \cdot 406000^2} = 445558 Nmm$$

Promjeri vratila računaju se prema izrazu:

$$d = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red}}{\sigma_{dop}}}, \quad \sigma_{dop} \approx \frac{\sigma_{fDN}}{4 \dots 6} = \frac{500}{4} = 125 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{za } \mathbf{42CrMo4}$$

$$d_1 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,1}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{1486798}{125}} = 49,5 \text{ mm}$$

$$d_2 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,2}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{1616673}{125}} = 50,9 \text{ mm}$$

$$d_3 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,3}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{1607716}{125}} = 50,8 \text{ mm}$$

$$d_4 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,4}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{1395764}{125}} = 48,5 \text{ mm}$$

$$d_5 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,5}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{472024}{125}} = 33,8 \text{ mm}$$

$$d_6 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,6}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{355442}{125}} = 30,7 \text{ mm}$$

$$d_7 = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{red,7}}{\sigma_{dop}}} = 2,17 \cdot \sqrt[3]{\frac{445558}{125}} = 33,1 \text{ mm}$$

Svi odabrani promjeri su veći od minimalnog potrebnog promjera vratila.

## 9.2. Izbor ležajeva

Odabrani ležaj iz kataloga SKF za oslonac A:

| Principal dimensions |     |       | Basic load ratings |                          | Fatigue load limit | Speed ratings   |                | Mass | Designation |
|----------------------|-----|-------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|----------------|------|-------------|
| d                    | D   | T     | dynamic<br>C       | static<br>C <sub>0</sub> | P <sub>U</sub>     | Reference speed | Limiting speed |      |             |
| mm                   |     |       | kN                 |                          | kN                 | r/min           |                | kg   | -           |
| 60                   | 110 | 29,75 | 125                | 160                      | 18,6               | 4500            | 6000           | 1,15 | 32212 12/Q  |

Principal dimensions:

- T 29,75
- C 24
- r1,2min 2
- B 28
- d 60
- d1 81,9
- D 110
- r3,4min 1,5
- a 24

Basic load ratings and speed ratings:

- Camin 4
- Cbmin 5,5
- Damax 103
- damax 69
- Damin 95
- dbmin 68
- ramax 2
- rbbmax 1,5
- Dbmin 104
- dbmin 68

**Calculation factors**

e 0,4

Y 1,5

Y0 0,8

### Slika 26. Ležaj oslonca A

$$P_{rA} = \frac{F_A}{\sin 60^\circ} = \frac{11364}{\sin 60^\circ} = 13122 N$$

$$n = 540 \text{ min}^{-1}$$

$$L_{10h} = 4000 - 8000h$$

$$\varepsilon = \frac{10}{3}$$

$$C_A = P_{rA} \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_{10h}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} = 13122 \cdot \left( \frac{60 \cdot 540 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} \approx 70kN$$

$$C = 125kN \geq C_A = 70kN \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

Odabrani ležaj iz kataloga SKF za oslonac B:

| Principal dimensions |     |       | Basic load ratings |                          | Fatigue load limit | Speed ratings   |                | Mass | Designation            |
|----------------------|-----|-------|--------------------|--------------------------|--------------------|-----------------|----------------|------|------------------------|
| d                    | D   | T     | dynamic<br>C       | static<br>C <sub>0</sub> | P <sub>u</sub>     | Reference speed | Limiting speed |      | * SKF Explorer bearing |
| mm                   |     |       | kN                 |                          | kN                 | r/min           |                | kg   | -                      |
| 50                   | 110 | 29,25 | 143                | 140                      | 16,6               | 5300            | 6300           | 1,25 | 30310 J2/Q *           |

Calculation factors  
 $e = 0,35$   
 $Y = 1,7$   
 $Y_0 = 0,9$

Slika 27. Ležaj oslonca B

$$P_{rB} = \frac{F_B}{\sin 60^\circ} = \frac{9919}{\sin 60^\circ} = 11454 N$$

$$n = 540 \text{ min}^{-1}$$

$$L_{10h} = 4000 - 8000 h$$

$$\varepsilon = \frac{10}{3}$$

$$C_B = P_{rB} \cdot \left( \frac{60 \cdot n \cdot L_{10h}}{10^6} \right)^{\frac{1}{\varepsilon}} = 11454 \cdot \left( \frac{60 \cdot 540 \cdot 8000}{10^6} \right)^{\frac{3}{10}} \approx 61 kN$$

$$C = 143 kN \geq C_B = 61 kN \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

### 9.3 Proračun zavora

#### Proračun cijevi koje nose stol zavarene za nosivu ploču:

Ako pretpostavimo da se na stolu nalazi trupac  $\phi 800\text{mm} \times 250\text{mm}$  možemo izračunati njegovu težinu a samim time i silu kojom djeluje na stol i noseći profil.

$$F = G \cdot g = 94 \cdot 9,81 = 922,14\text{N} \approx 925\text{N}$$

$$G = V \cdot \rho = 0,1257 \cdot 750 \approx 94\text{kg}$$

$$V = r^2 \cdot \pi \cdot v = 0,4^2 \cdot \pi \cdot 0,25 = 0,1257\text{m}^3$$

Ako pretpostavimo da se trupac nalazi na kraju stola možemo dobiti maksimalni moment:

$$M = F \cdot l_{\text{stola}} = 925 \cdot 850 = 786250\text{Nmm}$$

$s=4\text{ mm}$  – debljina stijenke profila

$$a=0,7 \times s=0,7 \times 4 \approx 3\text{mm}$$

$$s = a \cdot \sqrt{2} = 3 \cdot \sqrt{2} = 4,2\text{mm}$$

#### Naprezanje na savijanje:

$$\sigma_{\perp f} = \frac{M}{I_{\text{zav}}} \cdot y = \frac{M}{4 \cdot \frac{s \cdot h^3}{12}} \cdot y = \frac{786250}{4 \cdot \frac{4,2 \cdot 150^3}{12}} \cdot 75 = 11,7\text{N/mm}^2 \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

$$\sigma_{\text{dop}} = 20\text{N/mm}^2 \text{ -prema [12] tablica 1.11 str. 38.}$$

#### Proračun cijevi stola:

Kvadratne cijevi 40mm debljine stijenke 3mm su opterećene na savijanje:

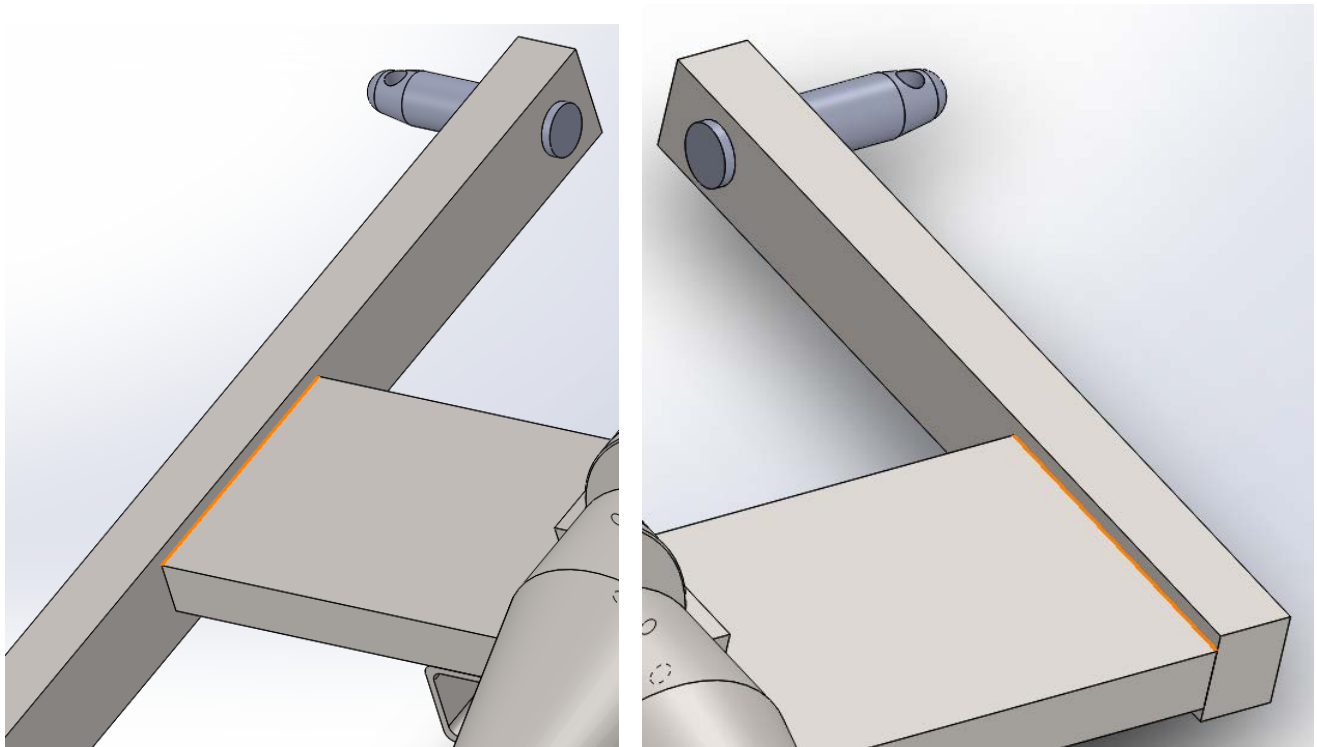
$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{M}{2 \cdot \frac{a^3}{6}} = \frac{786250}{2 \cdot \frac{40^3 - 3^3}{6}} = 95,5\text{N/mm}^2 < \sigma_d = 117,5\text{N/mm}^2$$

$$Re = 235\text{N/mm}^2 \text{ - granica tečenja za St37-2}$$

$$S = 2$$

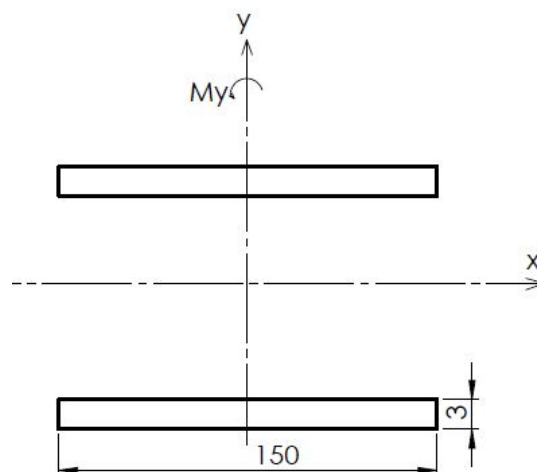
#### Dozvoljeno naprezanje:

$$\sigma_d = \frac{Re}{S} = \frac{235}{2} = 117,5\text{N/mm}^2$$

**Proračun zavora između nosive ploče i kvadratnih profila sa strane:**

Slika 28. Lijevi i desni zavar

Zavar se nalazi s gornje i donje strane ploče. Napregnut je na savijanje i pretpostavit će se da nosi  $2/3$  sile  $F$ .



Slika 29. Proračunska skica zavora 1

Naprezanje na savijanje:

$$\sigma_y = \frac{M_y}{W_y} = \frac{F \cdot l_k}{W_y} = \frac{4445 \cdot 443}{45000} \cdot \frac{2}{3} = 29,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

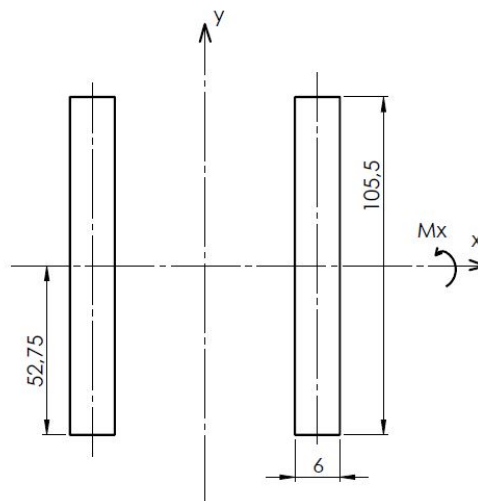
$$W_y = \frac{I_{zav,y}}{e} = \frac{3375000}{75} = 45000 \text{ mm}^3$$

$$I_{zav,y} = 4 \cdot \left( \frac{a \cdot h^3}{12} \right) = 4 \cdot \left( \frac{3 \cdot 150^3}{12} \right) = 3375000 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{dop,y} = 145 \text{ MPa} - \text{prema [12] tablica 1.11 str. 38. za naprezanje na savijanje}$$

Proračun zavora između glavine i ploče glavine:

Zavar je opterećen na savijanje.



Slika 30. Proračunska skica zavora 2

$$\sigma_x = \frac{M_x}{W_x} = \frac{F \cdot l_F}{W_x} = \frac{4445 \cdot 465,5}{22261} = 92,9 \text{ MPa} \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

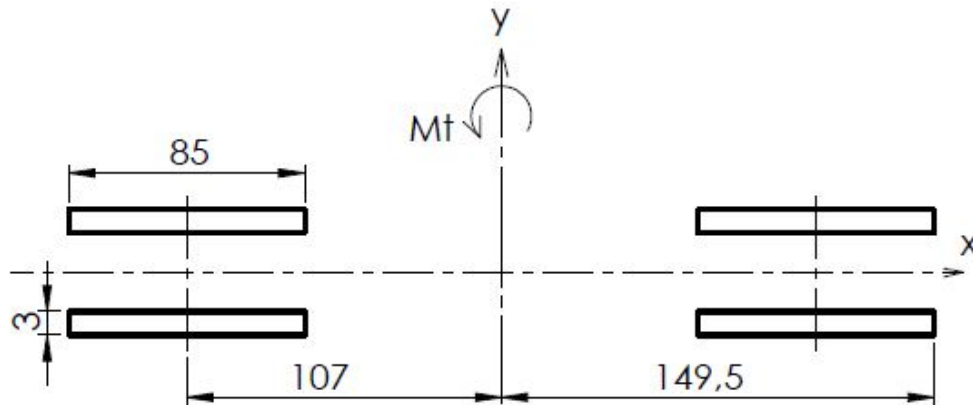
$$W_x = \frac{I_{zav,x}}{e} = \frac{1174242}{52,75} = 22261 \text{ mm}^3$$

$$I_{zav,x} = 2 \cdot \left( \frac{a \cdot h^3}{12} \right) = 2 \cdot \left( \frac{6 \cdot 105,5^3}{12} \right) = 1174242 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{dop,x} = 145 \text{ MPa} , \text{ prema [12] tablica 1.11 str. 38. za naprezanje na savijanje}$$

S obzirom da zavar zadovoljava neće se dodatno provjeravati zavar i rebra.

**Proračun zavora rebra opterećenog momentom torzije:**



Slika 31. Proračunska skica zavora 3

$$\sigma_t = \frac{M_t}{W_y} = \frac{406000}{78119} = 5,2 \text{ MPa} \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

$$W_y = \frac{I_{zav,y}}{e} = \frac{11678745}{149,5} = 78119 \text{ mm}^3$$

$$I_{zav,y} = 4 \cdot \left( \frac{a \cdot h^3}{12} + r^2 \cdot a \cdot h \right) = 4 \cdot \left( \frac{85 \cdot 3^3}{12} + 107^2 \cdot 85 \cdot 3 \right) = 11678745 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{dop,t} = 60 \text{ MPa}, \text{ prema [12] tablica 1.11 str. 38. za naprezanje na torziju}$$

## 9.4. Proračun vijaka

Odabrani su vijci M20 kvalitete 5.6:  $R_e = 300 \text{ N/mm}^2$

$$A = 225 \text{ mm}^2$$

Vijci su vlačno opterećeni:

$$\sigma_v = \frac{F_v}{A_s} \leq \sigma_{dop}$$

$$A_s = \frac{F_v}{\sigma_{dop}} = \frac{1111,25}{60} \approx 19 \text{ mm}^2$$

$$F_v = \frac{F}{4} = \frac{4445}{4} = 1111,25 \text{ N}$$

$$\sigma_{dop} = \frac{R_e}{S} = \frac{300}{5} = 60 \text{ N/mm}^2$$

S – odabrana sigurnost

$$A = 225 \text{ mm}^2 \geq A_s = 19 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

## 9.5 Proračun spoja vratila i svrdla uložnim klinom

$$p \approx \frac{F_t}{0,5 \cdot h \cdot l_t} = \frac{\frac{T}{r_s}}{0,5 \cdot h \cdot l_t} = \frac{\frac{406000}{75}}{0,5 \cdot 55 \cdot 11} \approx 18 \text{ N/mm}^2 \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

$p_{dop} = 80 \text{ N/mm}^2$  - prema [12] str. 144. za utorni klin pri jakim jednostranim udarima

## **Zaključak**

Analizom tržišta pronađeno je više proizvoda koji vrše funkciju kalanja drva. Međutim niti jedan proizvod ne omogućuje kalanje trupaca različitih visina. Stoga sam se u ovom radu najviše usredotočio tome da poboljšam postojeća rješenja dodavanjem te mogućnosti. Razradom koncepata pokazalo se da nema mnogo rješenja što se tiče te funkcije i da se to najčešće jednostavnim načinom može ostvariti. Odlučio sam se za postolje koje je poprilično jednostavno i smatram najbolje rješenje. S obzirom da je ovo moj prvi rad i zbog nedostatka iskustva, vjerujem da se stroj još uvijek može unaprijediti i poboljšati.

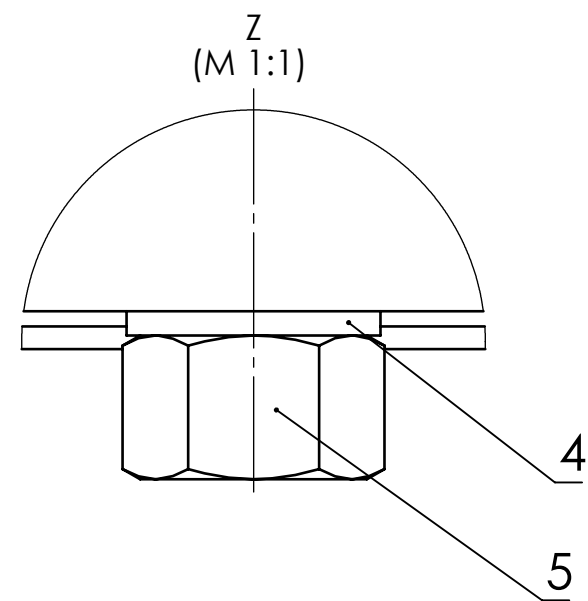
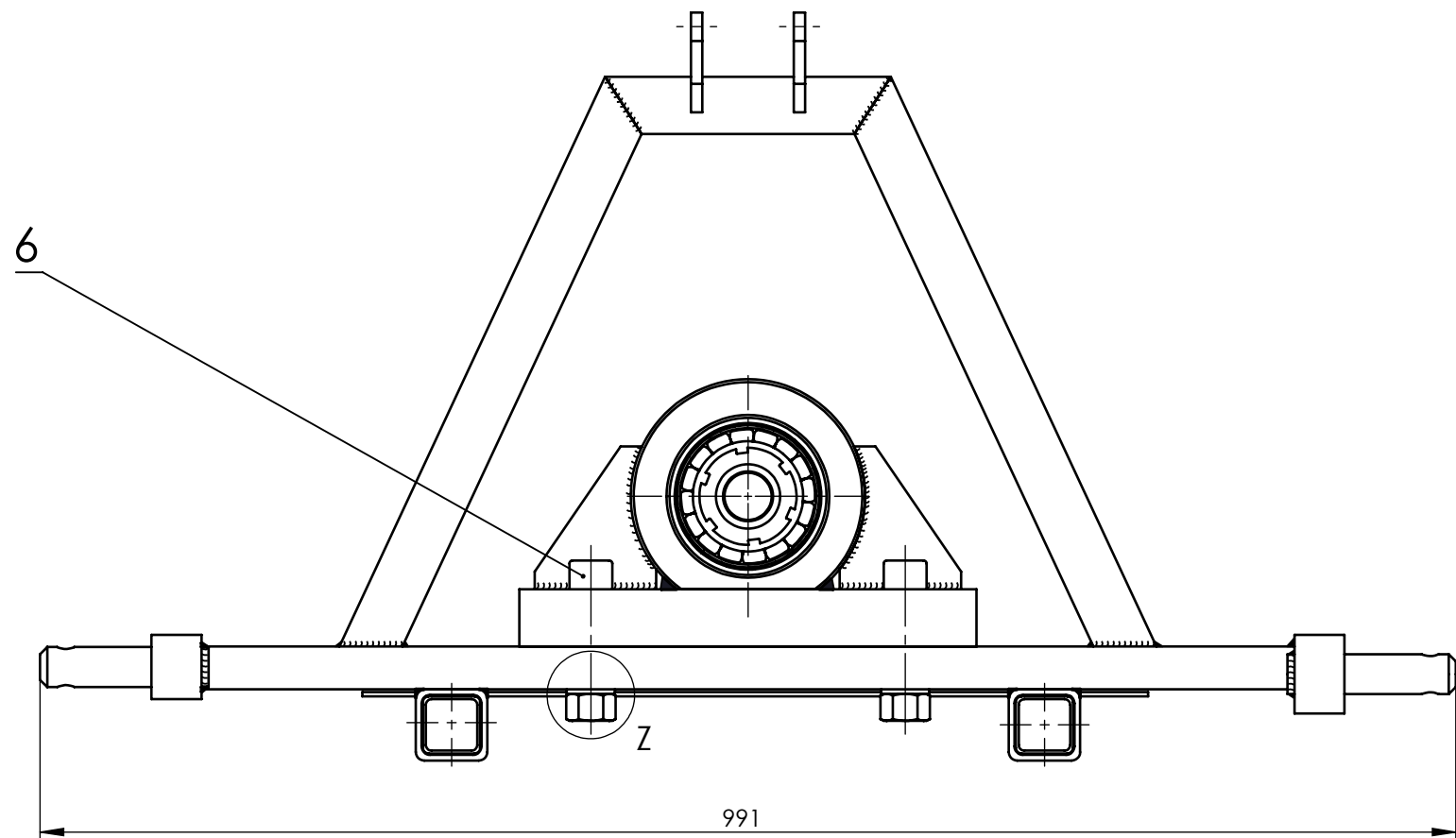
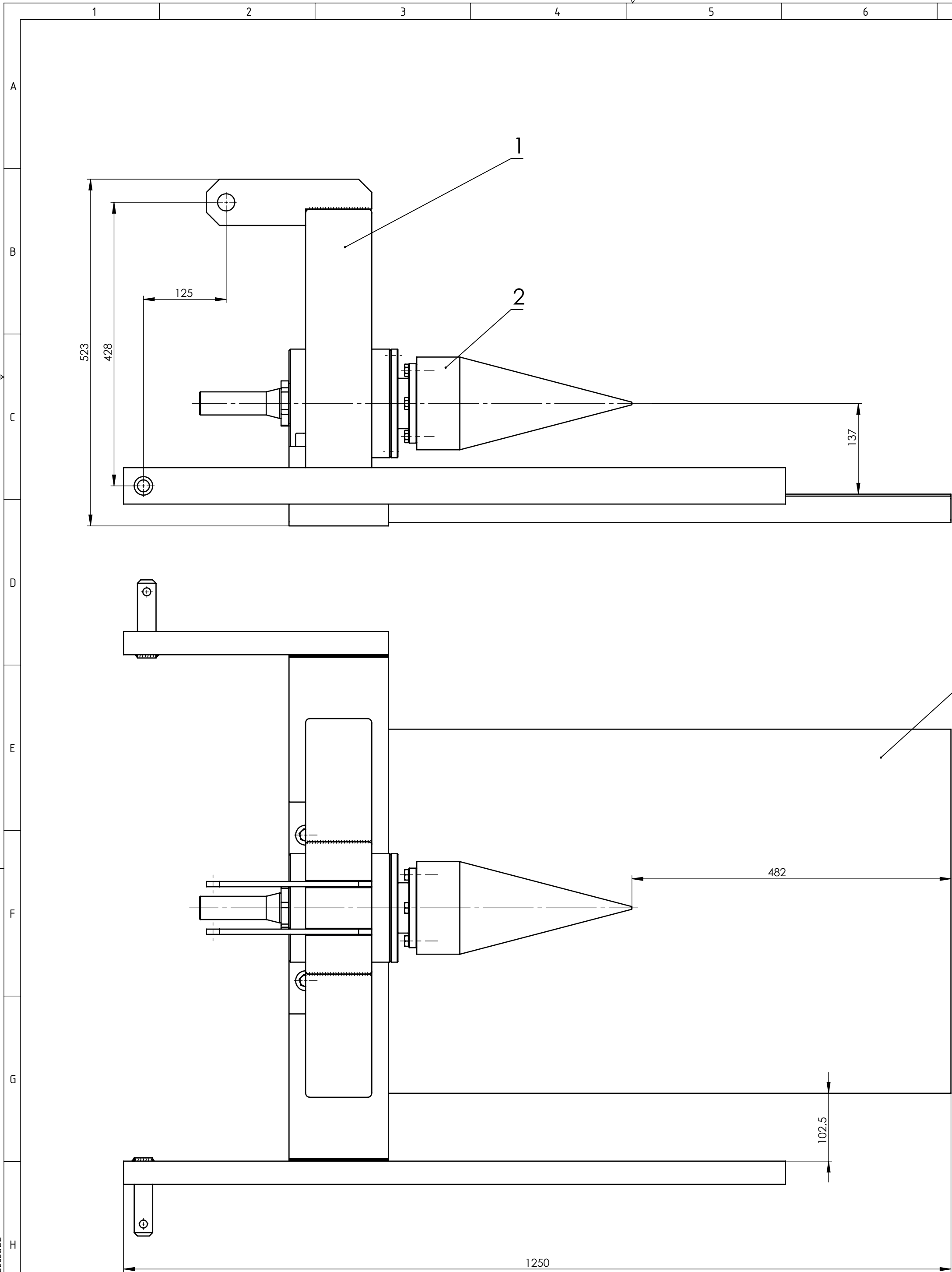
## **Literatura**

- [1] <http://www.strojopromet.com/>
- [2] <http://www.skf.com/>
- [3] <http://www.kralj-kocijan.hr/suma.html>
- [4] <http://vijci.com.hr/>
- [5] <http://screwlogsplitter.com/faq.html>
- [6] <https://www.trgo-agencija.hr/>
- [7] <http://www.slideshare.net/mmpmm/three-point-hitch-mechanizem>
- [8] <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/19/512/poljoprivredni-traktor-i-osnovno-odrzavanje-traktora/>
- [9] <http://www.hycrack.co.uk/faq.htm>
- [10] <http://www.tractor-db.com/hr/>
- [11] <http://www.rotometal-promet.hr/>
- [12] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [13] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga Zagreb, 2009.
- [14] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, Zagreb, 2003.
- [15] Horvat, Z. i suradnici, Vratilo (proračun), FSB, Zagreb
- [16] Reduktor, M. Opalić, P. Rakamarić, Proračun i konstrukcija jednostupanjskog zupčanog prijenosnika.

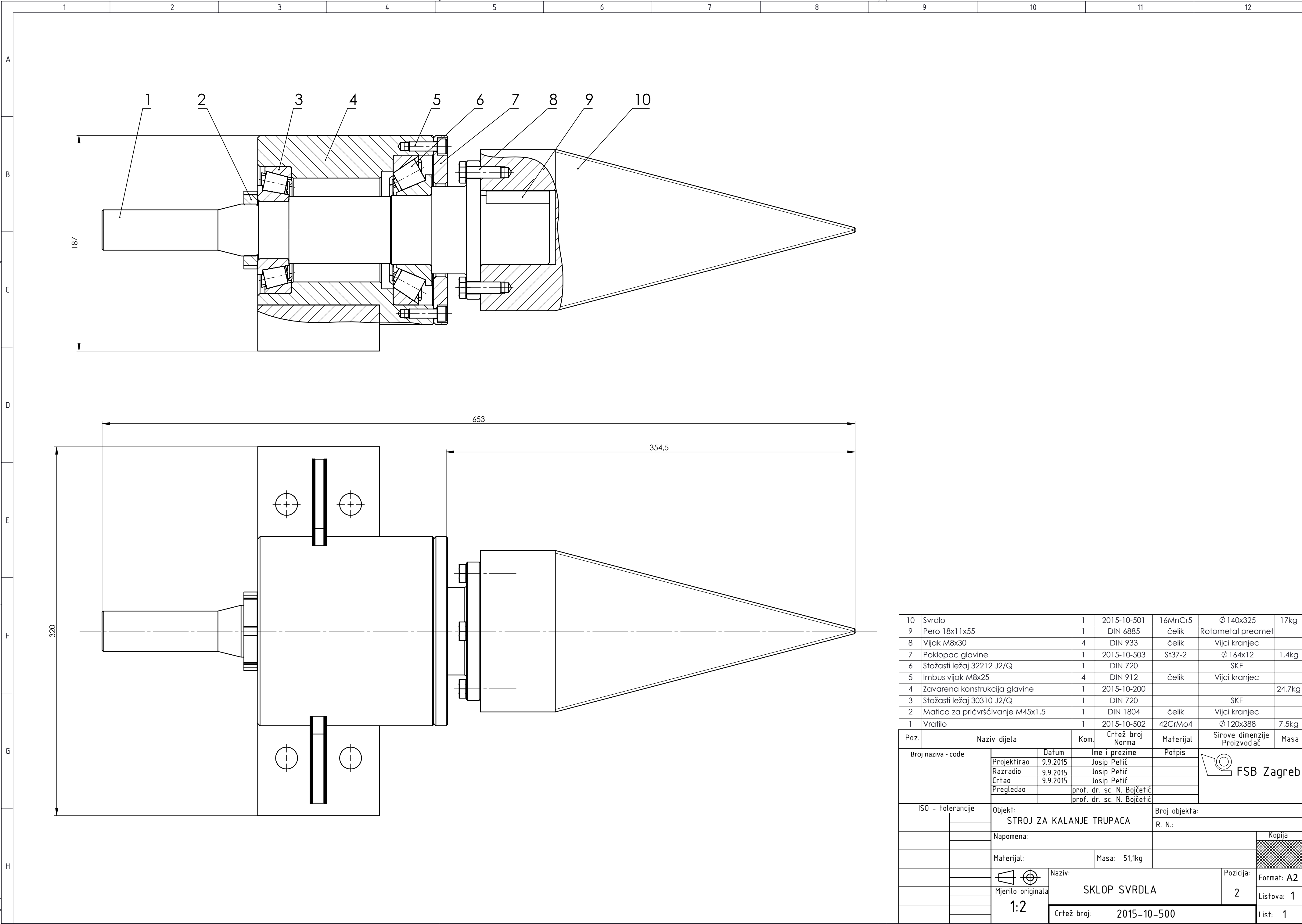
## **Prilozi**

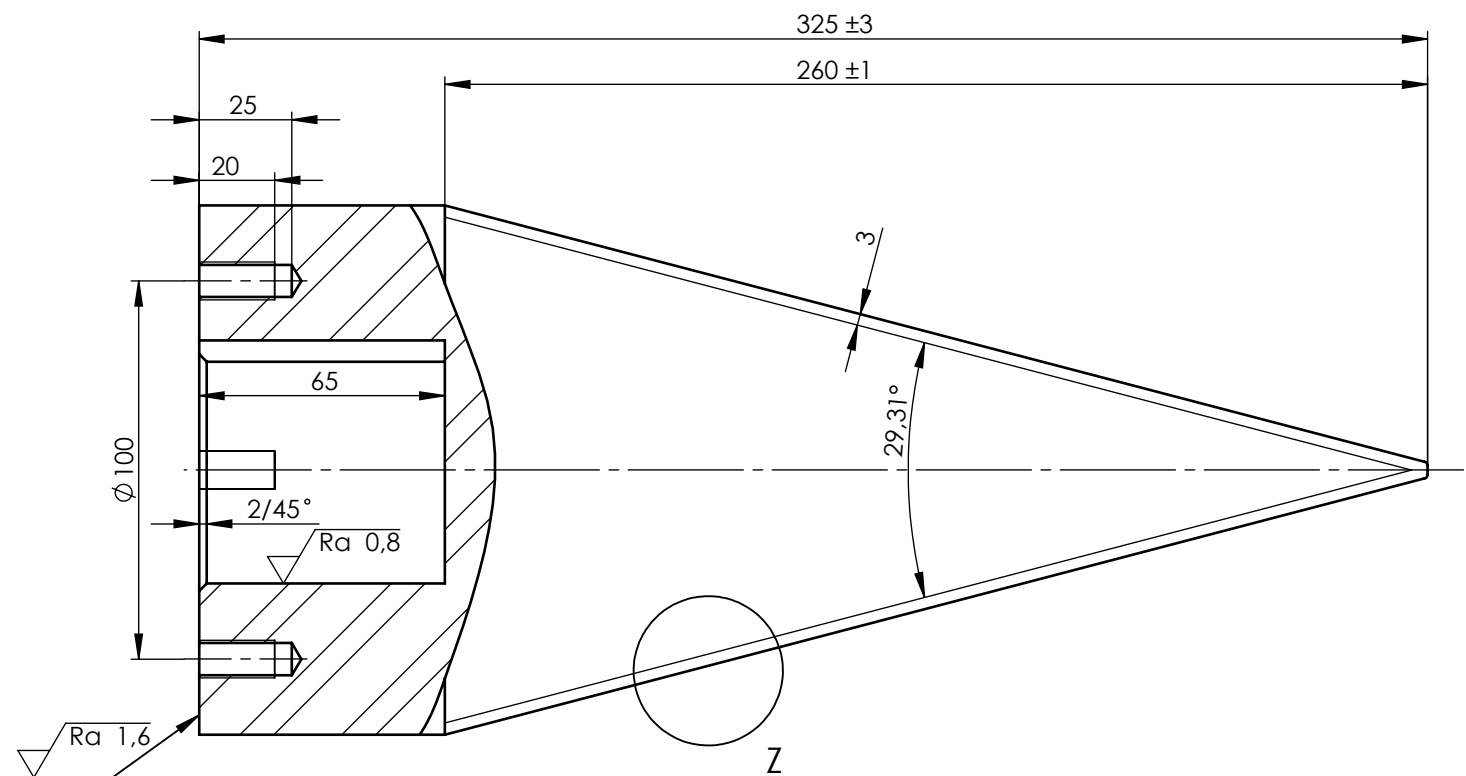
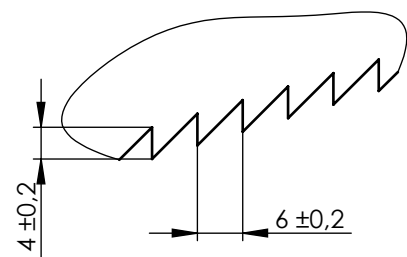
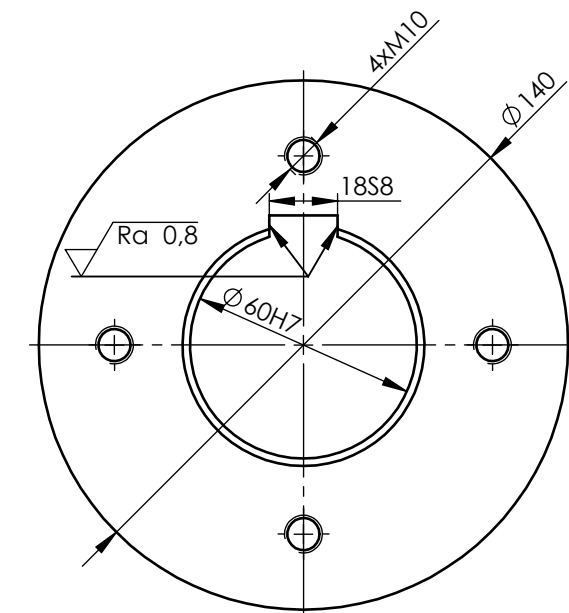
I. CD-R

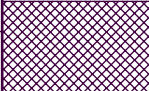
II. Tehnička dokumentacija

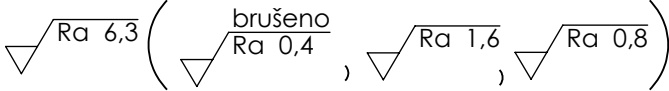
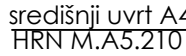
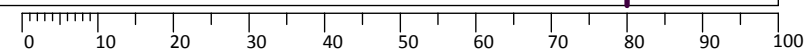


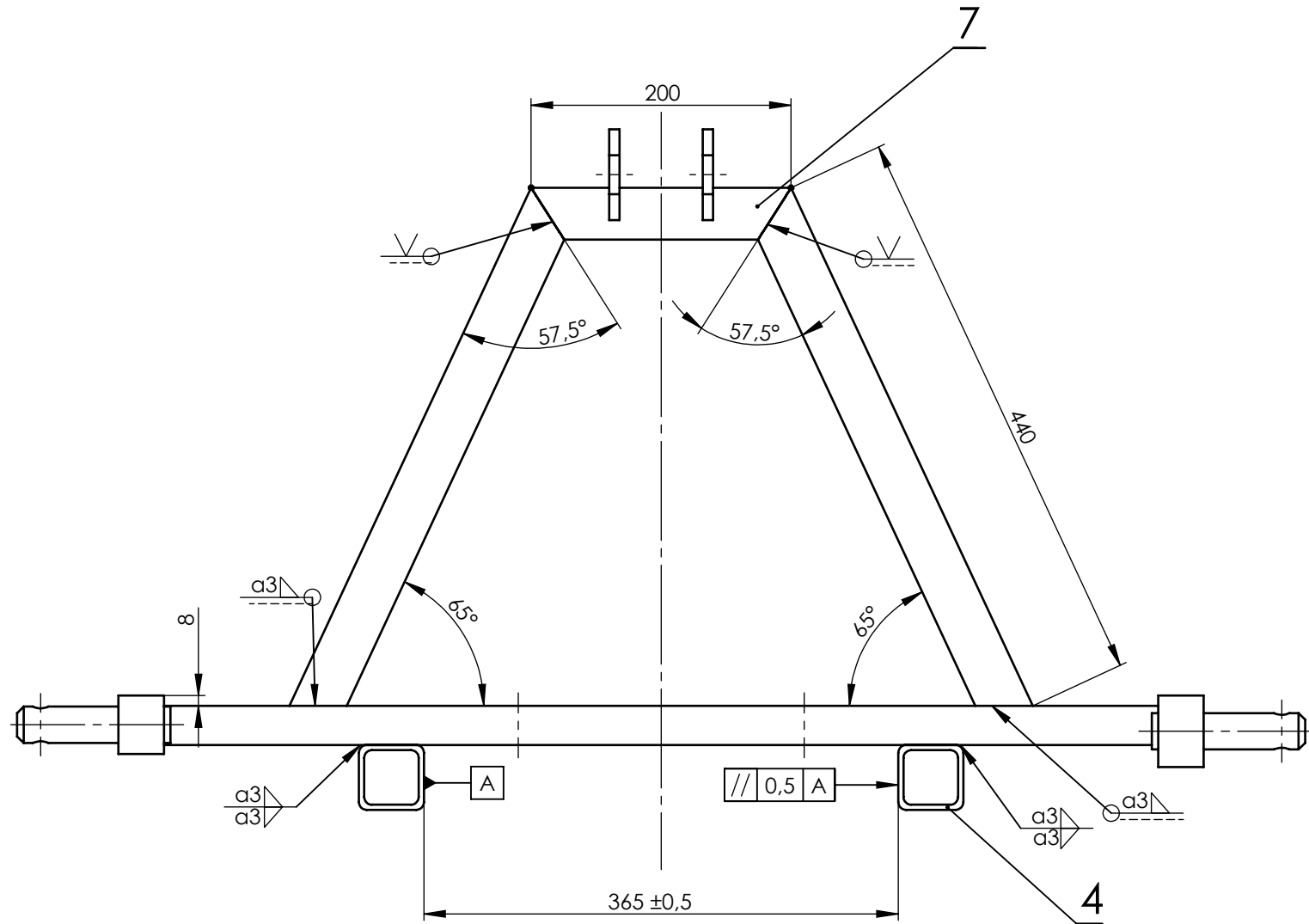
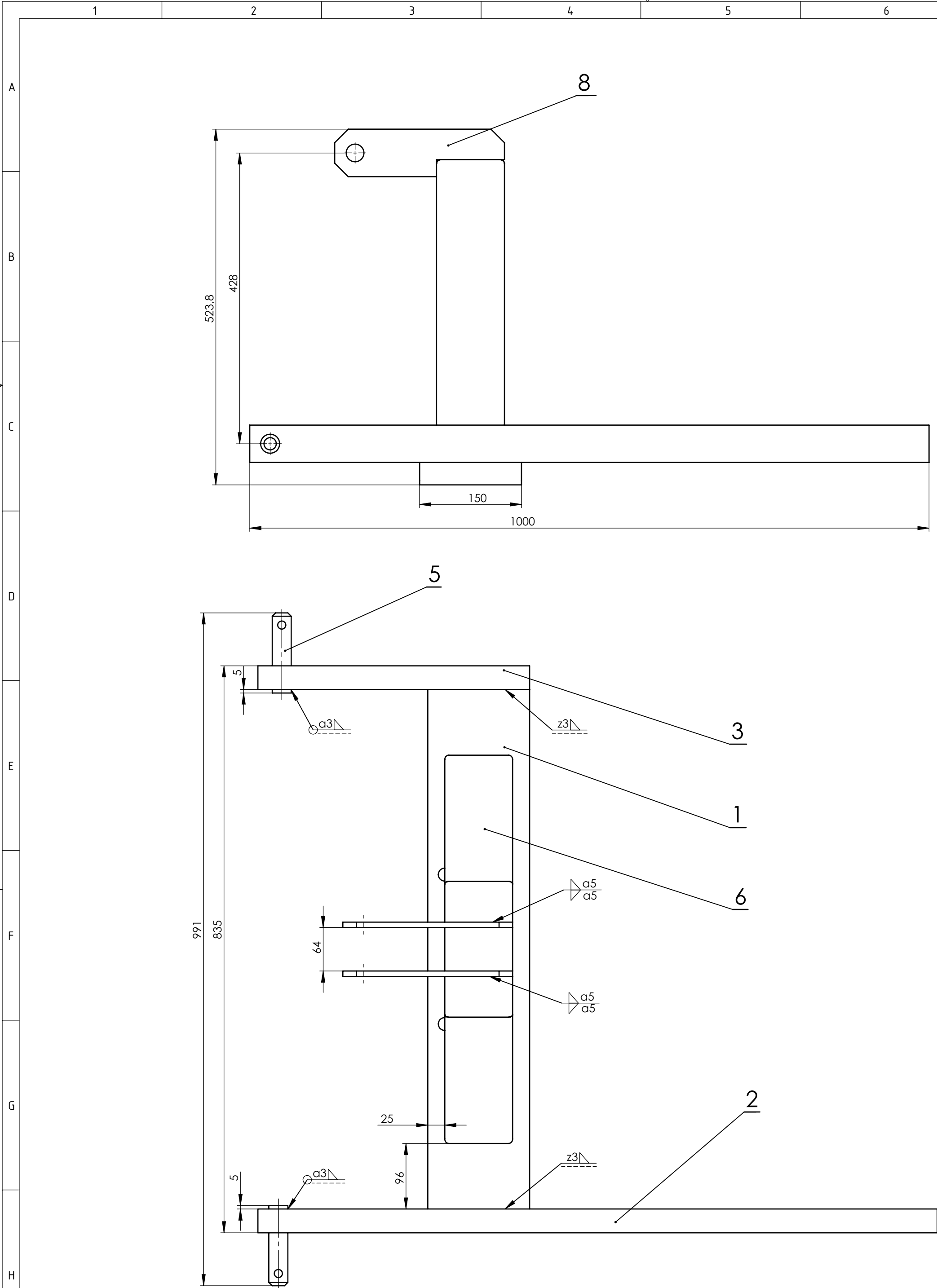
|                    |                        |                           |               |                           |               |                                                                                                             |      |  |
|--------------------|------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--|
| 6                  | Imbus vijak M20x90     | 4                         | DIN 912       | čelik                     | Vijci kranjec |                                                                                                             |      |  |
| 5                  | Matrica M20            | 4                         | DIN 934       | čelik                     | Vijci kranjec |                                                                                                             |      |  |
| 4                  | Rasječena podloška A16 | 4                         | DIN 128       | čelik                     | Vijci kranjec |                                                                                                             |      |  |
| 3                  | Stol                   | 1                         | 2015-10-400   |                           |               | 15,7kg                                                                                                      |      |  |
| 2                  | Sklop svrdla           | 1                         | 2015-10-500   |                           |               | 51,1kg                                                                                                      |      |  |
| 1                  | Nosiva konstrukcija    | 1                         | 2015-10-300   |                           |               | 27kg                                                                                                        |      |  |
| Poz.               | Naziv dijela           |                           | Kom.          | Crtež broj<br>Norma       | Materijal     | Sirove dimenzije<br>Proizvođač                                                                              | Masa |  |
| Broj naziva - code |                        | Datum                     | Ime i prezime |                           | Potpis        | <div> FSB Zagreb</div> |      |  |
|                    |                        | Projektirao               | 9.9.2015      | Josip Petič               |               |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Razradio                  | 9.9.2015      | Josip Petič               |               |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Crtao                     | 9.9.2015      | Josip Petič               |               |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Pregledao                 |               | prof. dr. sc. N. Bojčetić |               |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        |                           |               | prof. dr. sc. N. Bojčetić |               |                                                                                                             |      |  |
| ISO - tolerancije  |                        | Objekt:                   |               |                           | Broj objekta: |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | STROJ ZA KALANJE TRUPACA  |               |                           | R. N.:        |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Napomena:                 |               |                           | Kopija        |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Materijal:                |               |                           | Masa: 124 kg  |                                                                                                             |      |  |
|                    |                        | Naziv:                    |               |                           |               | Pozicija:                                                                                                   |      |  |
|                    |                        | STROJ ZA KALANJE TRUPACA  |               |                           |               | Format: A2                                                                                                  |      |  |
|                    |                        | Mjerilo originala         |               |                           |               | Listova: 1                                                                                                  |      |  |
|                    |                        | 1:5                       |               |                           |               | List: 1                                                                                                     |      |  |
|                    |                        | Crtež broj: 1 2015-10-100 |               |                           |               |                                                                                                             |      |  |



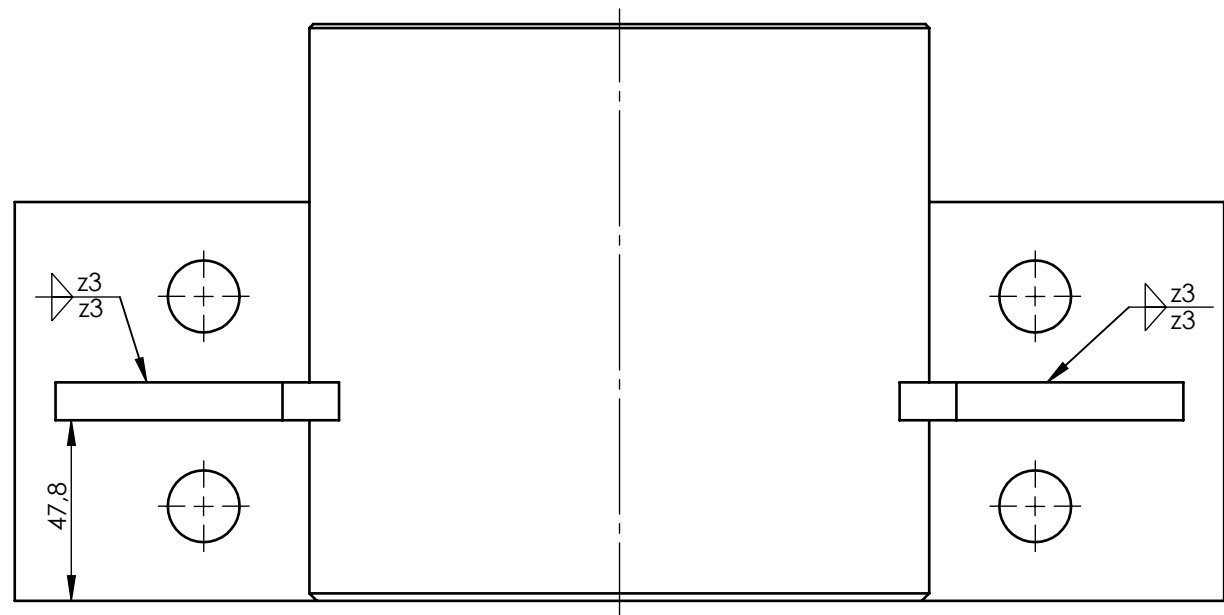
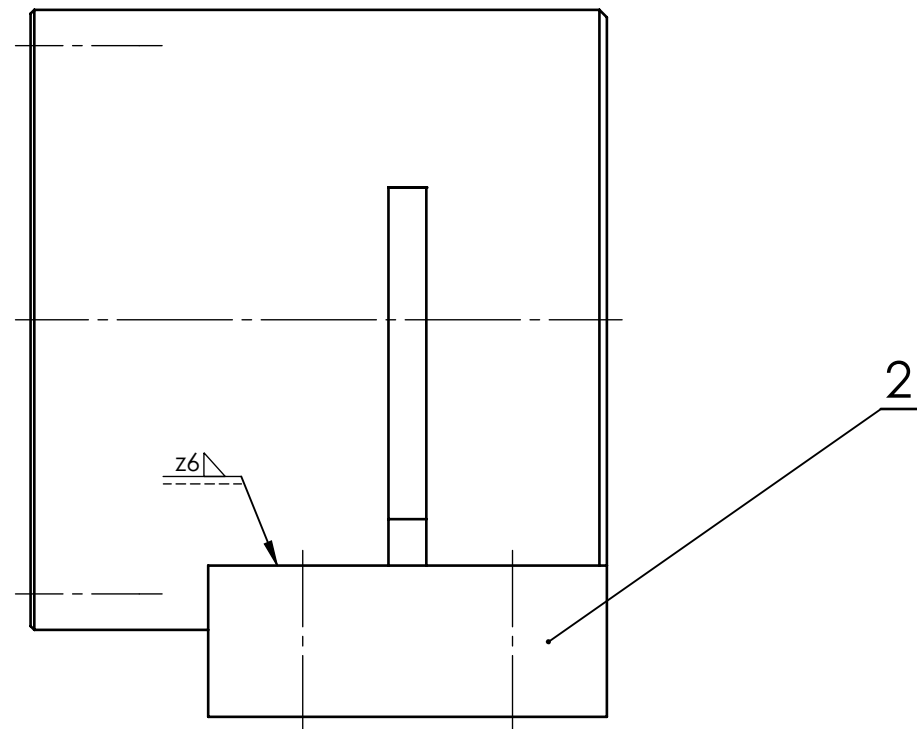
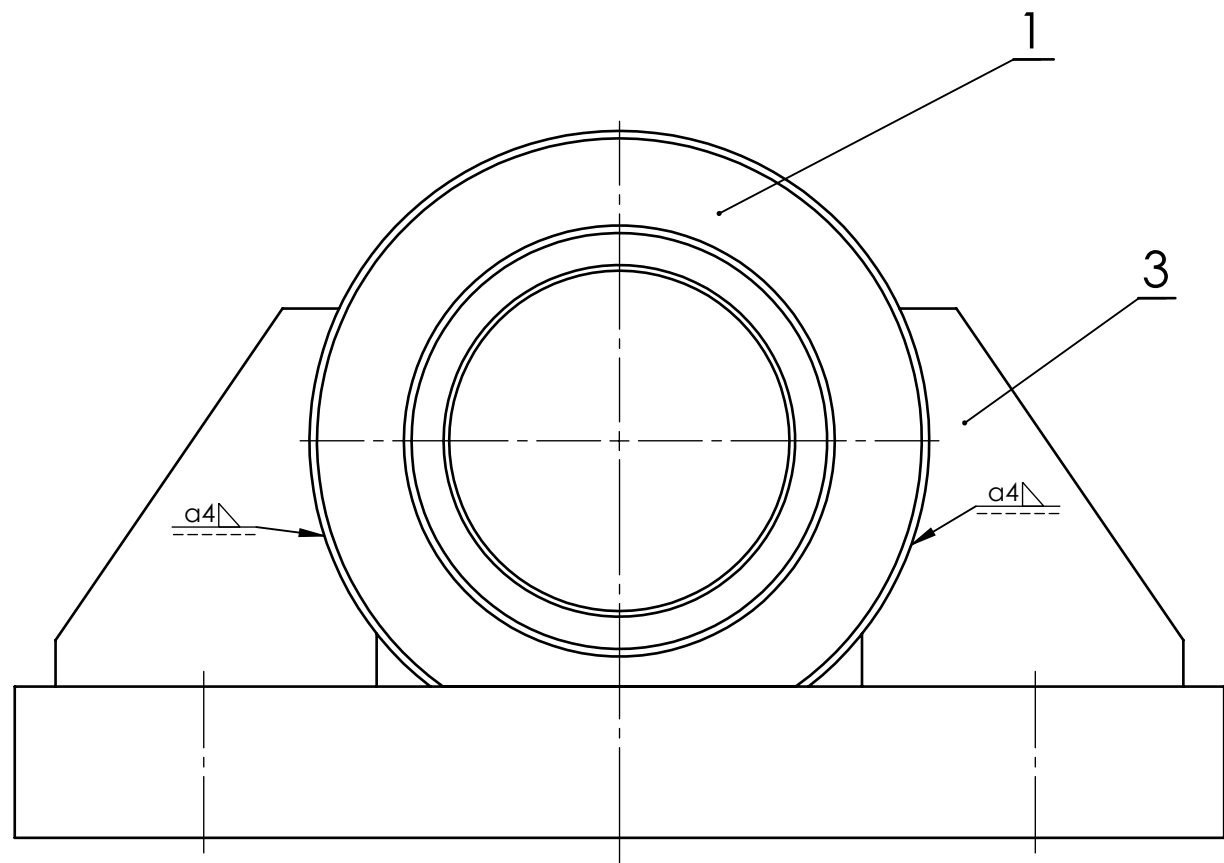
Z  
(M 5:1) $\sqrt{Ra\ 6,3}$  (  $\sqrt{Ra\ 1,6}$  ,  $\sqrt{Ra\ 0,8}$  )

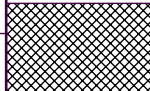
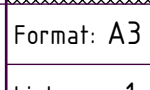
|                    |                                 |                                                                                       |  |               |  |                           |  |                                                                                                  |  |
|--------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------|--|---------------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| Broj naziva - code |                                 | Datum                                                                                 |  | Ime i prezime |  | Potpis                    |  |  FSB Zagreb |  |
|                    |                                 | Projektirao                                                                           |  | 9.9.2015      |  | Josip Petić               |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 | Razradio                                                                              |  | 9.9.2015      |  | Josip Petić               |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 | Crtao                                                                                 |  | 9.9.2015      |  | Josip Petić               |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 | Pregledao                                                                             |  |               |  | prof. dr. sc. N. Bojčetić |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 | Mentor                                                                                |  |               |  | prof. dr. sc. N. Bojčetić |  |                                                                                                  |  |
| ISO - tolerancije  |                                 | Objekt:                                                                               |  |               |  | Objekt broj:              |  |                                                                                                  |  |
| 18 S8              | -0,028<br>-0,055<br>+0,030<br>0 | STROJ ZA KALANJE TRUPACA                                                              |  |               |  | R. N. broj:               |  |                                                                                                  |  |
| Ø 60 H7            |                                 | Napomena:                                                                             |  |               |  |                           |  | Kopija                                                                                           |  |
|                    |                                 | Materijal: 16MnCr5                                                                    |  | Masa: 13,8 kg |  |                           |  |             |  |
|                    |                                 |  |  | Naziv:        |  | Pozicija:                 |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 | Mjerilo originala<br>1:2                                                              |  | SVRDLO        |  | 10                        |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 |                                                                                       |  | Crtež broj:   |  | 2015-10-501               |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 |                                                                                       |  |               |  |                           |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 |                                                                                       |  |               |  | Format: A3                |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 |                                                                                       |  |               |  | Listova: 1                |  |                                                                                                  |  |
|                    |                                 |                                                                                       |  |               |  | List: 1                   |  |                                                                                                  |  |

vrtilo  
Design by CADLAB&DZ



|                    |                            |                          |             |                           |               |                                |                                                                                                  |  |
|--------------------|----------------------------|--------------------------|-------------|---------------------------|---------------|--------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 8                  | Ploča poteznice            | 1                        | 2015-10-305 | St37-3                    | Strojopromet  | 0,86kg                         |                                                                                                  |  |
| 7                  | Pravokutna cijev 100x40x3  | 1                        |             | RS137-2                   | Strojopromet  | 0,1kg                          |                                                                                                  |  |
| 6                  | Pravokutna cijev 100x40x3  | 2                        |             | RS137-2                   | Strojopromet  | 5,1kg                          |                                                                                                  |  |
| 5                  | Svornjak                   | 2                        | 2015-10-308 | St44-2                    | Ø 28x118      | 1kg                            |                                                                                                  |  |
| 4                  | Kvadratna cijev □ 45x150x4 | 2                        |             | St44-2                    | Strojopromet  | 1,6kg                          |                                                                                                  |  |
| 3                  | Šipka 2                    | 1                        | 2015-10-306 | RS137-2                   | 400x45x35     | 4,7kg                          |                                                                                                  |  |
| 2                  | Šipka 1                    | 1                        | 2015-10-307 | RS136-2                   | 1000x55x30    | 14,8kg                         |                                                                                                  |  |
| 1                  | Nosiva ploča               | 1                        | 2015-10-301 | RS137-2                   | 750x150x30    | 26,6kg                         |                                                                                                  |  |
| Poz.               | Naziv dijela               |                          | Kom.        | Crtež broj<br>Norma       | Materijal     | Sirove dimenzije<br>Proizvođač | Masa                                                                                             |  |
| Broj naziva - code |                            |                          | Datum       | Ime i prezime             |               | Potpis                         |  FSB Zagreb |  |
|                    |                            | Projektirao              | 9.9.2015    | Josip Petić               |               |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Razradio                 | 9.9.2015    | Josip Petić               |               |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Crtao                    | 9.9.2015    | Josip Petić               |               |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Pregledao                |             | prof. dr. sc. N. Bojčetić |               |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            |                          |             | prof. dr. sc. N. Bojčetić |               |                                |                                                                                                  |  |
| ISO – tolerancije  |                            | Objekt:                  |             |                           | Broj objekta: |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | STROJ ZA KALANJE TRUPACA |             |                           | R. N.:        |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Napomena:                |             |                           | Kopija        |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Materijal:               |             | Masa: 57 kg               |               |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Naziv:                   |             |                           | Pozicija:     |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Mjerilo originala        |             |                           | 1             |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | 1:5                      |             |                           | Format: A2    |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | Crtež broj:              |             |                           | Listova: 1    |                                |                                                                                                  |  |
|                    |                            | 2015-10-300              |             |                           | List: 1       |                                |                                                                                                  |  |



|                    |               |                                                                                       |                               |                           |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|--------------------|---------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 3                  | Rebro         | 2                                                                                     | 2015-10-203                   | St37-3                    | 100x85x10    | 0,6kg                                                                                            |                                                                                       |  |
| 2                  | Ploča glavine | 1                                                                                     | 2015-10-202                   | RSt37-2                   | 320x105,5x40 | 10kg                                                                                             |                                                                                       |  |
| 1                  | Glavina       | 1                                                                                     | 2015-10-201                   | St52-N                    | Ø 164x152,5  | 13,8kg                                                                                           |                                                                                       |  |
| Poz.               | Naziv dijela  |                                                                                       | Kom.                          | Crtež broj<br>Norma       | Materijal    | Sirove dimenzije<br>Proizvođač                                                                   | Masa                                                                                  |  |
| Broj naziva - code |               | Datum                                                                                 | Ime i prezime                 |                           | Potpis       |  FSB Zagreb |                                                                                       |  |
|                    |               | Projektirao                                                                           | 9.9.2015                      | Josip Petić               |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Razradio                                                                              | 9.9.2015                      | Josip Petić               |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Crtao                                                                                 | 9.9.2015                      | Josip Petić               |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Pregledao                                                                             |                               | prof. dr. sc. N. Bojčetić |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Mentor                                                                                |                               | prof. dr. sc. N. Bojčetić |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
| ISO - tolerancije  |               | Objekt:                                                                               |                               |                           | Objekt broj: |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | STROJ ZA KALANJE TRUPACA                                                              |                               |                           | R. N. broj:  |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Napomena:                                                                             |                               |                           |              |                                                                                                  | Kopija                                                                                |  |
|                    |               |                                                                                       |                               |                           |              |                                                                                                  |  |  |
|                    |               |                                                                                       |                               |                           |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               | Materijal:                                                                            |                               | Masa: 24,7kg              |              |                                                                                                  |  |  |
|                    |               |                                                                                       |                               |                           |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |
|                    |               |  | Naziv:                        |                           |              | Pozicija:                                                                                        | Format: A3                                                                            |  |
|                    |               | Mjerilo originala                                                                     | ZAVARENA KONSTRUKCIJA GLAVINE |                           |              | 4                                                                                                | Listova: 1                                                                            |  |
|                    |               | 1:2                                                                                   | Crtež broj: 2015-10-200       |                           |              | List: 1                                                                                          |                                                                                       |  |
|                    |               |                                                                                       |                               |                           |              |                                                                                                  |                                                                                       |  |

