

Traktorski priključak za trešnju stabla

Fofić, Šimun

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

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:235:211719>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-25**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Šimun Fofić

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković

Student:

Šimun Fofić

Zagreb, 2017.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija i navedenu literaturu.

Zahvaljujem se mentoru prof.dr.sc. Nevenu Pavkoviću, dipl.ing.stroj. na stručnim savjetima i pomoći tijekom izrade ovog rada. Također se zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli sa svojim savjetima tijekom izrade ovog rada.



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 Fakultet strojarstva i brodogradnje | |
| Datum | Prilog |
| Klasa: | |
| Ur.broj: | |

ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Šimun Fofić**

Mat. br.: 0035192030

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **TRAKTORSKI PRIKLJUČAK ZA TREŠNJU STABLA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **TRACTOR MOUNTED TREE SHAKER**

Opis zadatka:

Koncipirati i konstruirati uređaj za trešnju plodova sa stabla (npr. masline, šljive i sl.). Uređaj treba izvesti kao traktorski priključak te koristiti pogon od kardanskog vratila traktora i/ili traktorske hidraulike. Pri koncipiranju treba voditi računa o tome da se vibracije uređaja (koliko je moguće) ne prenose na traktor. Također posebnu pažnju treba posvetiti sigurnosti rukovatelja priključkom.

U radu treba:

- analizirati postojeće uređaje na tržištu, način priključka na traktor i parametre traktorskog pogona,
- koncipirati više varijanti rješenja, usporediti ih i vrednovanjem odabrati najpovoljnije,
- odabrano projektno rješenje uređaja razraditi s potrebnim proračunima nestandardnih dijelova,
- izraditi računalni model uređaja i tehničku dokumentaciju u 3D CAD sustavu.

Pri konstrukcijskoj razradi obratiti pozornost na tehnologično oblikovanje dijelova. Analizirati kritična mjesta. Opseg konstrukcijske razrade, modeliranja i izrade tehničke dokumentacije dogovoriti tijekom izrade rada.

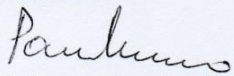
U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
30. studenog 2016.

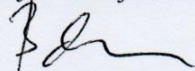
Rok predaje rada:
1. rok: 24. veljače 2017.
2. rok (izvanredni): 28. lipnja 2017.
3. rok: 22. rujna 2017.

Predviđeni datumi obrane:
1. rok: 27.2. - 03.03. 2017.
2. rok (izvanredni): 30. 06. 2017.
3. rok: 25.9. - 29. 09. 2017.

Zadatak zadao:


Prof. dr. sc. Neven Pavković

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Uvod | 1 |
| 2. | Analiza tržišta | 3 |
| 2.1 | Analiza postojećih uređaja na tržištu | 3 |
| 2.1.1 | Savage Equipment, model Shaker 2138 | 4 |
| 2.1.2 | Tuthill Temperley, model SL81e | 5 |
| 2.1.3 | Pellenc, model F100 | 6 |
| 2.1.4 | AMB Rousset, model VHP | 7 |
| 2.1.5 | Jagoda, model Pestka | 8 |
| 2.2 | Usporedba konkurentnih proizvoda..... | 9 |
| 2.3 | Zaključak | 10 |
| 3. | Traktor | 11 |
| 3.1 | Karakteristike traktora..... | 11 |
| 3.1.1 | Kuka | 11 |
| 3.1.2 | Poteznica | 12 |
| 3.1.3 | Izlazno vratilo traktora | 13 |
| 4. | Modeliranje funkcijskog toka | 15 |
| 5. | Morfološka matrica | 16 |
| 6. | Koncepti..... | 20 |
| 6.1 | Koncept 1..... | 20 |
| 6.2 | Koncept 2..... | 21 |
| 6.3 | Vrednovanje koncepata | 22 |
| 7. | Proračun i detaljna razrada | 23 |
| 7.1 | Vratilo | 23 |
| 7.2 | Kontrola ležaja..... | 26 |
| 7.3 | Kontrola svornjaka..... | 27 |
| 7.4 | Stabilnost traktora..... | 27 |
| 7.5 | Provjera bočnog tlaka pera | 29 |
| 7.6 | Kontrola kritičnog zavara..... | 30 |
| 8. | Model | 33 |
| 9. | Zaključak..... | 35 |
| 10. | Literatura..... | 36 |
| | PRILOZI | 37 |

POPIS SLIKA

| | |
|--|----|
| Slika 1. Voćnjak | 2 |
| Slika 2. Tresač Shaker 2138 | 4 |
| Slika 3. Tresač Shaker 2138 u radu | 4 |
| Slika 4. Tresač SL81e..... | 5 |
| Slika 5. Tresač SL81e u radu..... | 5 |
| Slika 6. Tresač F100 | 6 |
| Slika 7. Tresač F100 u radu..... | 6 |
| Slika 8. Tresač VHP u radu | 7 |
| Slika 9. Tresač Pestka | 8 |
| Slika 10. Tresač Pestka u radu | 8 |
| Slika 11. Traktorska kuka..... | 11 |
| Slika 12. Trospojna veza prema normi ISO 730-1 | 12 |
| Slika 13. Izlazni priključak za izlazno vratilo na traktoru..... | 14 |
| Slika 14. Kardansko vratilo za prijenos snage | 14 |
| Slika 15. Funkcijska dekompozicija..... | 15 |
| Slika 16. Koncept 1 | 20 |
| Slika 17. Koncept 2 | 21 |
| Slika 18. Vratilo | 22 |
| Slika 19. Specifikacije ležaja | 26 |
| Slika 20. Traktor McCormick GM45 | 28 |
| Slika 21. Opterećenje nosive konstrukcije..... | 30 |
| Slika 22. Presjek zavara..... | 31 |
| Slika 23. Nacrt modela | 33 |
| Slika 24. Izometrija modela 1 | 33 |
| Slika 25. Izometrija modela 2 | 34 |
| Slika 26. Izometrija modela 3 | 34 |

POPIS TABLICA

| | |
|--|----|
| Tablica 1. Specifikacije Shakera 2138..... | 4 |
| Tablica 2. Specifikacije SL81e | 5 |
| Tablica 3. Specifikacije F100..... | 6 |
| Tablica 4. Specifikacije VHP | 7 |
| Tablica 5. Specifikacije Pestka | 8 |
| Tablica 6. Tablica usporedbe | 9 |
| Tablica 7. Standardne dimenzije trospojne veze | 13 |
| Tablica 8. Morfološka matrica..... | 19 |
| Tablica 9. Vrednovanje koncepata | 22 |

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

| BROJ CRTEŽA | Naziv iz sastavnice |
|---------------|------------------------------|
| SF-2017-PZTS | Priključak za trešnju stabla |
| SF-2017-01 | Nosiva konstrukcija |
| SF-2017-02 | Pokretna konstrukcija |
| SF-2017-06 | Sklop vratila |
| SF-2017-06-01 | Vratilo |
| SF-2017-07 | Mali hvatač |
| SF-2017-08 | Profil 1 |
| SF-2017-09 | Profil 2 |
| SF-2017-10 | Sklop ruke |

POPIS OZNAKA

| <i>Oznaka</i> | <i>Mjerna jedinica</i> | <i>Opis</i> |
|---------------|------------------------|------------------------------------|
| A | mm^2 | površina presjeka vratila |
| a | mm | udaljenost |
| A_z | mm^2 | površina zavara |
| b | mm | širina pera |
| b_1 | | faktor veličine strojnog dijela |
| b_2 | | faktor kvalitete površinske obrade |
| c_1 | | faktor savijanja |
| c_2 | | faktor uvijanja |
| d | mm | promjer vratila |
| F_A | N | reakcija u osloncu A |
| F_B | N | reakcija u osloncu B |
| F_R | N | rezultantna sila |
| F_T | N | obodna sila |
| f | s^{-1} | opterećenje prednje osovine |
| g | m/s^2 | gravitacija |
| G | N | težina |
| h | mm | visina pera |
| K_I | | faktor udara |
| l | mm | duljina pera |
| m_s | kg | masa stroja |
| m_{tr} | kg | masa traktora |
| M_s | Nmm | moment savijanja |
| n_{TR} | min^{-1} | broj okretaja vratila traktora |
| P_{TR} | W | nazivna snaga traktora |
| p | N/mm^2 | tlak |
| p_{dop} | N/mm^2 | dopušteni tlak |
| R_m | N/mm^2 | vlačna čvrstoća |
| r | mm | radijus vratila |
| S | | sigurnost |
| t_1 | mm | unutarnja visina pera |

| | | |
|----------------|-------------------|-------------------------------------|
| t_2 | mm | vanjska visina pera |
| T | Nm | moment |
| W | mm ³ | moment otpora |
| α_0 | | odnos naprezanja |
| β_{kf} | | faktor zareznog djelovanja |
| σ_f | N/mm ² | naprezanje uslijed savijanja |
| σ_{fDN} | N/mm ² | dinamička čvrstoća |
| σ_{dop} | N/mm ² | dopušteno naprezanje |
| ε | | faktor dodira |
| τ | N/mm ² | torzijsko naprezanje |
| τ_{tDI} | N/mm ² | trajna dinamička torzijska čvrstoća |
| ρ | mm | polumjer zaobljenja |
| ω | rad/s | kutna brzina |

SAŽETAK

U ovom završnom radu napravljena je razrada, projektiranje i konstruiranje traktorskog priključka za trešnju stabla.

Rad sadrži analizu tržišta i postojećih rješenja, te potrebe kupaca. Napravljena je funkcijska dekompozicija i morfološka matrica, te su pomoću njih predložena dva koncepta stroja. Nakon toga je provedena analiza zahtjeva gdje smo prema zadanim kriterijima vrednovali koncepte, te odabrali bolji koncept. Za odabran koncept izrađen je 3D model, tehnička dokumentacija i potreban proračun.

Ciljano tržište su obiteljska poljoprivredna gospodarstva.

SUMMARY

In this bachelor thesis elaboration and design of tractor attachment for tree shaking was made. Thesis deals with market analysis and existing solutions, as well as customer needs. Functional decomposition and morphological matrix were created, and two concepts of machine design were proposed. Thereafter, an analysis of the request was carried out, where we evaluated the concepts by the given criteria and selected a better concept. For the chosen concept, a 3D model, technical documentation and a required calculations have been made. Targeted markets are family farms.

1. Uvod

Voćarstvo je grana poljoprivrede, koja se bavi proizvodnjom, uzgojem, zaštitom i prodajom voća. Cilj je dobiti kvalitetno voće uz male troškove proizvodnje. Voćari se bave proizvodnjom voća, od planiranja i odabira sadnog materijala preko prihrane i zaštite do berbe plodova. Agroekološki uvjeti proizvodnje voća su: klima, tlo i položaj. Priprema terena i podizanje voćnjaka obuhvaćaju: izbor terena, analizu tla i gnojidbu, rahljenje, izradu plana voćnjaka i nabavu kvalitetnih sadnica voćaka. U voćnjaku se obavljaju radovi obrade tla, zaštite od vremenskih neprilika, navodnjavanja i oprašivanja. U voćarstvu koristi se poljoprivredna mehanizacija za obradu tla, sredstva za zaštitu voćaka, alati za rezidbu, oprema za berbu i skladištenje. Kada je zrelo ili poluzrelo, voće se bere, skladišti, razvrstava po klasama i kvaliteti, pakira te se transportira do mjesta prodaje.

Voćnjak je tradicionalni oblik voćarstva. U njemu rastu visoka stabla različite dobi i različitih vrsta. Obično se održavaju općenito održavaju bez korištenja umjetnih zaštitnih sredstava ili umjetnih gnojiva. Plantaže voća su monokulture jedne vrste voća uz primjenu sredstava za zaštitu voća.

Uvođenje suvremenih strojeva, oruđa i opreme u voćarstvu i vinogradarstvu je od izuzetnog značaja, jer omogućuje:

- značajno povećanje produktivnosti rada,
- zamjenu često puta napornog fizičkog rada radnika,
- kvalitetno poboljšanje radne operacije,
- olakšano izvođenje rukovoditeljima stroja,
- uvođenje suvremene tehnologije proizvodnje.

Primjenom strojeva za berbu voća trešnjom proizvodnost se značajno povećala u usporedbi sa ručnom berbom. Učinak ovisi o sljedećim čimbenicima : vrste terena (ravan, nagnut, terasa), vrste voća, starosti voćke, razmaka između redova i u redu, načina uzgoja i prinosa, konstrukcije uređaja za trešnju , broja radnika koji rade na stroju, obučenosti ljudi u rukovanju strojem. Trešnja se obavlja vrlo kratko (3-6 sekundi jednom do tri puta). Za otresanje jednog stabla, premještanje stroja i skupljanje plodova potrebno je 1-3 minuta. Što je manji broj radnika koji rade na stroju, manje vremena potrebno je za otresanje jednog stabla i veći prinos po stablu, to je veća proizvodnost po jednom radniku i ona se po našim i stranim ispitivanjima

kreće od 90 do 250 kg/h po jednom radniku za sitno voće (višnje, trešnje). Pošto u najpovoljnijim uslovima pri ručnoj berbi jedan radnik može obrati oko 10 kg/h višanja, znači da pri berbi ove vrste voća jedan stroj za berbu trešnjom zamjenjuje 9-25 radnika.



Slika 1. Voćnjak

2. Analiza tržišta

Hrvatska ima vrlo povoljne pomoekološke uvjete za uzgoj voćaka. Tradicija uzgoja voćaka duga je više stoljeća, a voćke su se uzgajale na gotovo svim seoskim gospodarstvima, te dijelom i u urbanim sredinama. Intenzivan uzgoj voćaka počeo se značajnije širiti polovinom prošlog stoljeća. Intenzivan uzgoj je u određenoj mjeri potisnuo interes za klasičnim, ali se postojeći voćnjaci visokostablašica uglavnom nisu krčili već su u većoj mjeri bili zapušteni. U novije vrijeme klasični voćnjaci ponovno postaju aktualni. Njihova uloga očituje se u očuvanju genetske raznolikosti, kako voćnih vrsta, tako i biljaka općenito. Posebna vrijednost tih voćnjaka očituje se u očuvanju tipičnog krajobraza ruralnih sredina, te kao osnove sustava organske proizvodnje voća i voćnih prerađevina.

U ukupnim površinama voćnjaka u Hrvatskoj, intenzivni (plantažni) voćnjaci zauzimaju 24%, a preostali dio od oko 21.800 ha otpada na klasične voćnjake. U pojedinim županijama udio klasičnih voćnjaka je značajno veći, pa primjerice u Krapinsko-zagorskoj, Karlovačkoj, Varaždinskoj, Primorsko-goranskoj i Ličko-senjskoj županiji klasični voćnjaci visokostablašica zauzimaju više od 95% površina pod voćem. Među voćnim vrstama najviše se na klasičan način uzgajaju trešnje (92,0%), zatim slijede: orah (90,0%), šljiva (89,9%), marelica (87,2%), kruška (75,4%), višnja (73,4%), dok je značajno niži udio breskve i nektarine (53,3%), i najniži jabuke (43,2%).

2.1 Analiza postojećih uređaja na tržištu

Kako je zadano u zadatku, analiza postojećih traktoskih priključaka ograničena je na one koji su zaduženi za trešnju stabla. Postoje strojevi koji trešnju obavljaju mehanički i hidraulički.

2.1.1 Savage Equipment, model Shaker 2138



Slika 2. Tresač Shaker 2138



Slika 3. Tresač Shaker 2138 u radu

| Specifikacije | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| Promjer stezaljki | 0 – 762 mm |
| Masa | 1320 kg |
| Snaga trešnje, indeks | 2 |
| Napajanje | 540 W |
| Snaga | 45 KS |
| Način rada | Hidraulički pogon pomoću traktora |
| Cijena | ~ 53 000 kn |

Tablica 1. Specifikacije Shakera 2138

Tvrtka je nastala 1960ih godina u Američkoj saveznoj državi Oklahomi. Model shaker 2138 je univerzalni traktorski priključak za trešnju stabla pomoću hidraulike.

2.1.2 Tuthill Temperley, model SL81e



Slika 4. Tresač SL81e



Slika 5. Tresač SL81e u radu

| Specifikacije | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Kapacitet trešnje | 100 – 360 st/h |
| Masa | ? kg |
| Promjer stezaljki | 0 – 700 mm |
| Snaga | 15 KS |
| Potrebna širina reda | 7300 mm |
| Način rada | Hidraulički pogon pomoću traktora |
| Cijena | ~ 81 000 kn |

Tablica 2. Specifikacije SL81e

Tvrtka je napravila prvi stroj za trešnju stabla 1969. godine u Engleskoj, osnivač je bio George Tuthill. U Engleskoj imaju 3 tvornice u kojima se proizvode strojevi i šalju po cijeloj Europi.

2.1.3 Pellenc, model F100



Slika 6. Tresač F100



Slika 7. Tresač F100 u radu

| Specifikacije | |
|----------------------------|-----------------------------------|
| Promjer stezaljki | 50 – 550 mm |
| Masa | 950 kg |
| Dimenzije (dužina, širina) | 3400 x 1300 mm |
| Snaga | 65 KS |
| Max. visina rada | 2500 mm |
| Raspon proširene ruke | 2750 mm |
| Način rada | Hidraulički pogon pomoću traktora |
| Cijena | - kn |

Tablica 3. Specifikacije F100

Tvrtka je osnovana 1973. godine u Francuskoj, a danas je rasprostranjena po cijelom svijetu. Model F100 se razlikuje od konkurencije, prije svega, po tome što je smješten naprijed.

2.1.4 AMB Rousset, model VHP



Slika 8. Tresač VHP u radu

| Specifikacije | |
|--------------------------------------|---------------------------------|
| Promjer stezaljki | 50-250 mm |
| Masa | 812 kg |
| Dimenzije (dužina x širina x visina) | 2800x1270x1150 mm |
| Kapacitet trešnje | 400 st/h |
| Snaga | 45 KS |
| Način rada | Mehanički pogon pomoću traktora |
| Cijena | - kn |

Tablica 4. Specifikacije VHP

Tvrtka je osnovana 1974. godine u Francuskoj i od tada proizvodi strojeve i priključke za žetvu i preradu voća. Model VHP je mehanički tresač stabala.

2.1.5 Jagoda, model Pestka



Slika 9. Tresač Pestka



Slika 10. Tresač Pestka u radu

| Specifikacije | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|
| Promjer stezaljki | 50-220 mm |
| Masa | 220 kg |
| Dimenzije (dužina x širina x visina) | 3400x900x1620 mm |
| Snaga | 15 KS |
| Visina stabla | 600 mm |
| Način rada | Hidraulički pogon pomoću traktora |
| Cijena | ~ 22 000 kn |

Tablica 5. Specifikacije Pestka

Tvrtka je nastala 1997. godine u Poljskoj. Poduzeće Jagoda se bavi proizvodnjom strojeva namijenjenih prvenstveno vočarima. Model Pestka se može koristiti za trešnju višanja, šljiva, maslina, lješnjaka i dr. Jednostavna konstrukcija, kopčanje u tri točke, vanjski hidraulički sistem te jednostavno rukovanje.

2.2 Usporedba konkurentnih proizvoda

| | Shaker 2138 | SL81e | F100 | VHP | Pestka |
|--------------------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Promjer stezaljki | 5 | 5 | 4 | 3 | 3 |
| Dimenzije | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 |
| Kapacitet trešnje | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 |
| Snaga motora | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 |
| Masa | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| Cijena | 3 | 2 | 2 (?) | 3 (?) | 4 |
| Σ | 21 | 22 | 18 | 19 | 23 |
| Prosjek | 3,5 | 3,67 | 3 | 3,17 | 3,83 |
| Rang | 3. | 2. | 5. | 4. | 1. |

Tablica 6. Tablica usporedbe

Karakteristikama proizvoda dodijelili smo ocjene od 1 do 5, gdje je veća ocjena dodijeljena proizvodu s boljom karakteristikom. Prosječna ocjena predstavlja omjer ukupnog zbroja pojedinih ocjena po razmatranim karakteristikama i broju karakteristika, a prema gore priloženoj tablici. Prema dobivenoj prosječnoj ocjeni dobili smo kriterij za konačno rangiranje razmatranih postojećih proizvoda.

Karakteristike proizvoda koje smo ocjenjivali određeni su prema dostupnim tehničkim specifikacijama. Jedan od kriterija ocjenjivanja je i cijena. Nažalost, kod tvrtke AMB Rousset i Pellenc nije bila dostupna cijena stroja. Stoga je cijena stroja iskustveno i na temelju ostalih postojećih proizvoda procjenjena, što je i vidljivo u tablici.

Obzirom da stroj treba izvesti kao nošeni traktorski priključak bitno je da ima što manju masu, učinkovitost i da mu nije potrebna velika snaga traktora, naravno poželjno je i da stroju bude što niža cijena.

Temeljem ocjenjivanja najboljim proizvodom pokazao se stroj Pestka, od tvrtke Jagoda. Odlikuje ga mala masa, cijena, dobra kompaktnost. Najveći mu je nedostatak što ima malo manji kapacitet trešnje u usporedbi s ostalim proizvodima.

2.3 Zaključak

Dosadašnji dio završnog zadatka poslužio nam je za upoznavanje sa postojećim stanjem tehnike i proizvodima na tržištu. Nakon provedene analize tržišta, vidimo da svaki od postojećih proizvoda ima neka dobra tehnička rješenja, ali i da postoji prostor za unaprijeđenje stroja.

U daljnjem razvoju i konstruiranju treba više pažnje usmjeriti na kapacitet trešnje. Također, potrebno je uvesti čim više standardnih dijelova kako bi cijena stroja bila što niža.

3. Traktor

Traktor je motorno vozilo konstruirano da vuče, potiskuje ili nosi razna oruđa, odnosno da služi za pogon takvih oruđa ili za vuču priključnih vozila. Traktori su najzastupljeniji poljoprivredni strojevi te se na njih mogu priključiti različiti strojevi posebne namjene, kao što su plugovi, drljače, prikolice i slično. Postoji mnogo različitih vrsta traktora ovisno o namjeni i potrebi korisnika te se prema njima dijele u različite kategorije. Prema namjeni traktori se mogu podijeliti na poljske, voćarsko vinogradarske i šumarske. Mogu se podijeliti prema konstrukciji na dvoosovinske koji imaju pogon na stražnje kotače ili na sva četiri kotača te na jednoosovinske.

3.1 Karakteristike traktora

3.1.1 Kuka

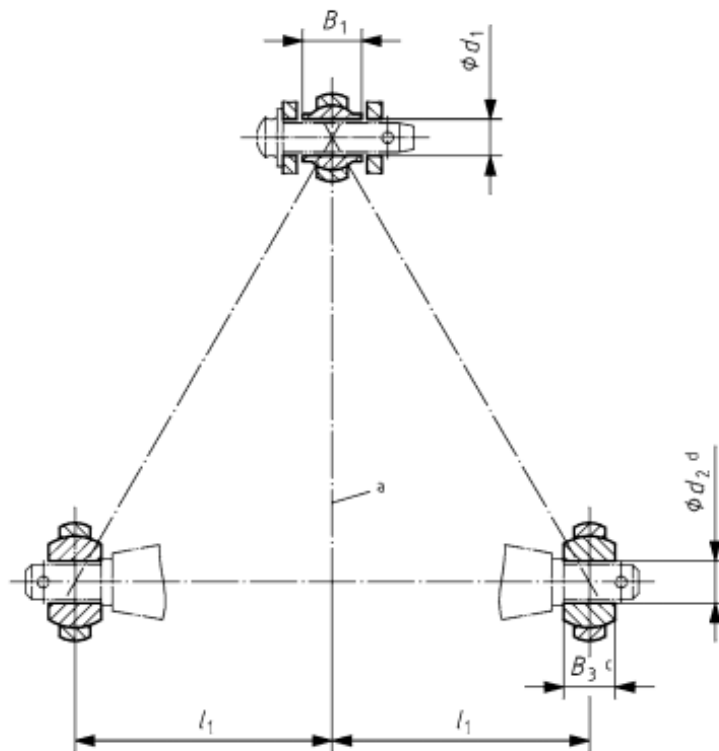
Obična kuka je najrasprostranjeniji i najjednostavniji način spajanja priključnih uređaja i prikolica na pogonsko vozilo. Prednost kuke je njezina jednostavnost i to što priključeni uređaj ne mora biti cijelo vrijeme u liniji pogonskog stroja, što je bitno kod dugačkih priključnih uređaja. Traktor može imati više od jedne kuke.



Slika 11. Traktorska kuka

3.1.2 Poteznica

Poteznica ili trotočje je standardizirani način priključka koji je fiksno vezan za vozilo te služi za priključivanje nošenih i polunošenih priključaka. Mnogo je funkcionalnija od obične kuke preko koje se spaja prikolica. Donje dvije točke predstavljaju spoj sa polugama koje su hidraulički pokretane. To omogućava podizanje priključka od podloge za vrijeme prijevoza ili njegovo potiskivanje u podlogu za vrijeme obavljanja rada. Gornja točka je na upornici koja služi za reguliranje kuta nagiba kako bi se postigao pravilan položaj samog radnog priključka. Stražnja poteznica je definirana normom ISO 730-1:1994. Sve više je u upotrebi i prednja poteznica koja funkcioniра na isti način a definirana je normom ISO 8759/2:1998.



Slika 12. Trospojna veza prema normi ISO 730-1

| Dimenzije | Opis | Kategorije snage/kW | | | | | | |
|--|------------------------------------|---------------------|-------------|-------------|---------------|--------------|----------------|---------------|
| | | 1N/ do 35 | 1/ do 48 | 2/ 30-92 | 3N/ 60-185 | 3/ 60-185 | 4N/ 110-350 | 4/ 110-350 |
| Poteznica (eng. <i>Upper hitch points</i>) | | | | | | | | |
| d ₁ /mm | Promjer klina | 19,3 | 19,3 | 25,7 | 32 | 32 | 45,2 | 45,2 |
| B ₁ /mm | Širina spojnice | 44 | 44 | 51 | 51 | 51 | 64 | 64 |
| Zadnje priključne ruke (eng. <i>Lower hitch points</i>) | | | | | | | | |
| d ₂ /mm | Promjer klina | 22,4 | 22,4 | 28,7 | 37,4 | 37,4 | 51 | 51 |
| B ₃ /mm | Širina spojnice | 35 | 35 | 45 | 45 | 45 | 57,5 | 57,5 |
| l ₁ /mm | Udaljenost od središnjice traktora | 218 | 359 | 435 | 435 | 505 | 505 | 612 |

Tablica 7. Standardne dimenzije trospojne veze

3.1.3 Izlazno vratilo traktora

Prijenos snage i momenta s traktora na priključke se ostvaruje pomoću zglobnog vratila (kardana), koje pak pogoni traktor na način da se priključuje na izlazno vratilo traktora. Uobičajeno je da se priključno vratilo nalazi na stražnjem dijelu traktora, ali postoje traktori koji imaju priključno vratilo smješteno na prednjoj ili na obje strane. Kod priključnog vratila potrebno je znati njegov broj okretaja u minuti (rpm) i smjer rotacije radi odabira kompatibilnih priključaka. Najveći broj priključaka radi na 540 okretaja u minuti, a traktor je obično podešen tako da se 540 o/min postiže na 75% nominalne turaže motora traktora. Prema tome, ako je npr. nominalna turaža traktora 2500 o/min, na priključnom vratilu bit će 540 o/min pri broju okretaja motora od 1875 o/min. Dimenzije priključnih vratila su, također, standardizirane. Vanjski promjer iznosi 34,9 mm. Visina izlaznog vratila na traktoru varira od modela do modela i kreće se u granicama od 450 do 875 mm. Dimenzije izlaznih vratila su standardizirane po ISO 500-3 normi.

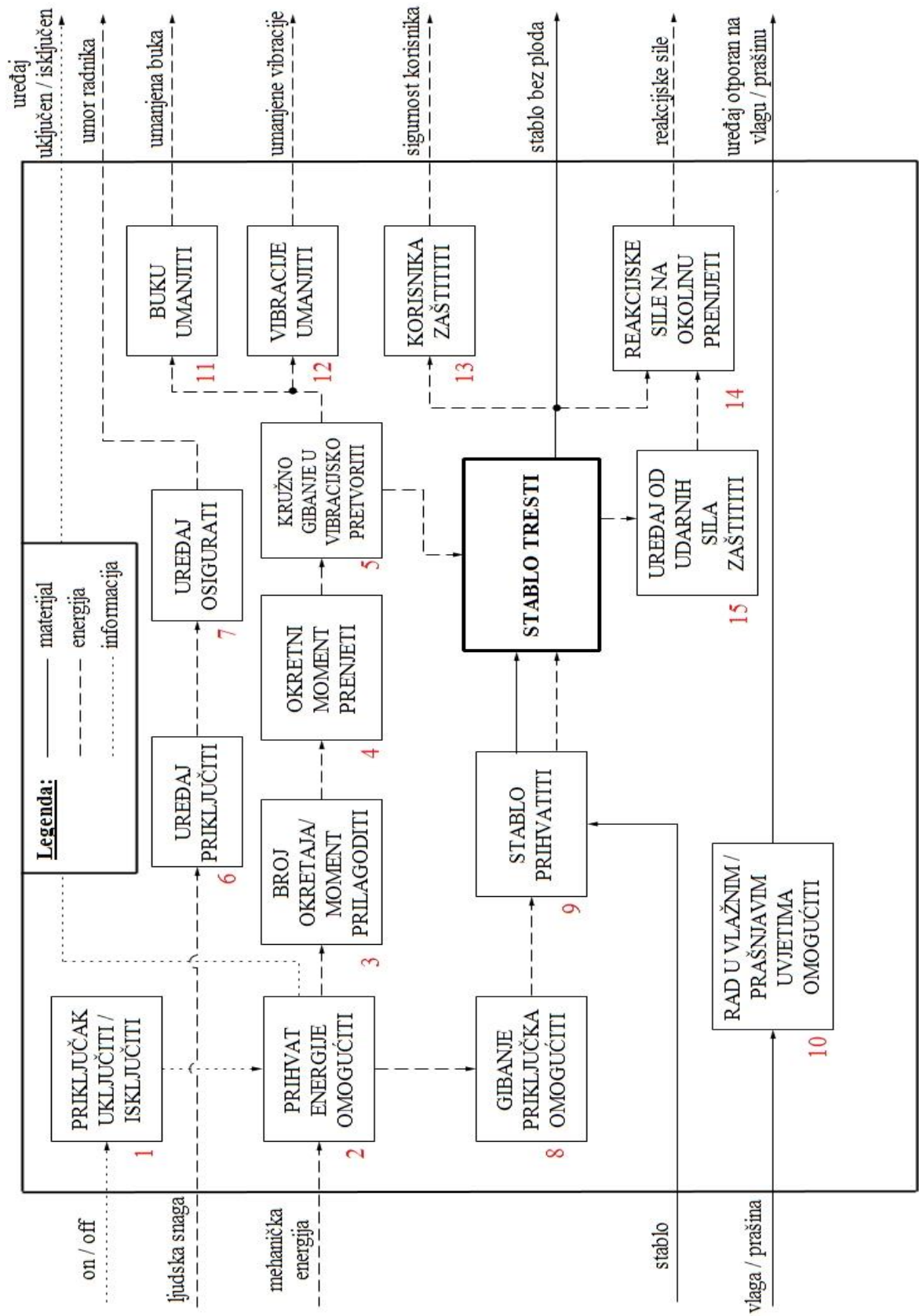


Slika 13. Izlazni priključak za radno vratilo na traktoru










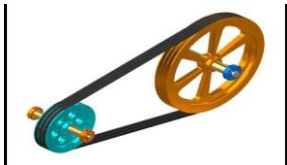

Slika 14. Kardansko vratilo za prijenos snage

4. Modeliranje funkcijskog toka







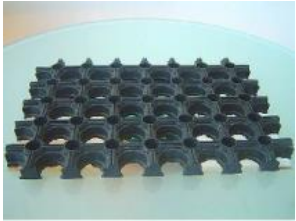





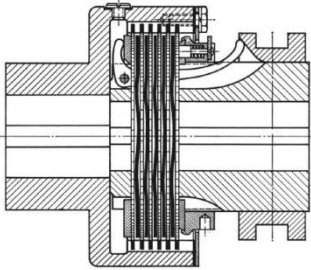
Slika 15. Funkcijska dekompozicija

5. Morfološka matrica

| Rb | Funkcija | Radni princip | | |
|----|--|--|--|---|
| 1. | Priključak uključiti / isključiti | Komande na traktoru  | Prekidač na uređaju  | |
| 2. | Prihvatanje energije omogućiti | Izlazno vratilo traktora  | Traktorska hidraulika  | |
| 3. | Broj okretaja / moment prilagoditi | Reduktor  | Pužni prijenos  | |
| 4. | Okretni moment prenjeti | Kardansko vratilo  | Remenski prijenos  | Zupčani prijenos  |

| | | | | |
|----|---|--|---|--|
| 5. | Kružno gibanje u vibracijsko pretvoriti | <p>Ekscentrično vratilo</p>  | | |
| 6. | Uređaj priključiti | <p>Trospojna veza</p>  | <p>Kuka</p>  | |
| 7. | Uređaj osigurati | <p>Klinovi</p>  |  | |
| 8. | Gibanje priključka omogućiti | <p>Traktorska hidraulika</p>  | <p>Vlastiti hidraulički cilindri</p>  | |

| | | | | |
|-----|---|---|---|--|
| 9. | Stablo prihvatiti | <p>Čeljusti</p>  | <p>Sajla</p>  | |
| 10. | Rad u vlažnim / prašnjavim uvjetima omogućiti | <p>Semmering</p>  | <p>O-brtve</p>  | |
| 11. | Buku umanjiti | <p>Zvučna izolacija</p>  | <p>Gumena podloga</p>  | |
| 12. | Vibracije umanjiti | <p>Gumeni umetci</p>  | <p>Opruge i prigušivači</p>  | |
| 13. | Korisnika zaštititi | <p>Korisnik je zaštićen jer se u trenutku trešnje stabla nalazi u traktoru, po mogućnosti s kabinom</p> | <p>Zaštita rotirajućih dijelova kućištem</p>  | |

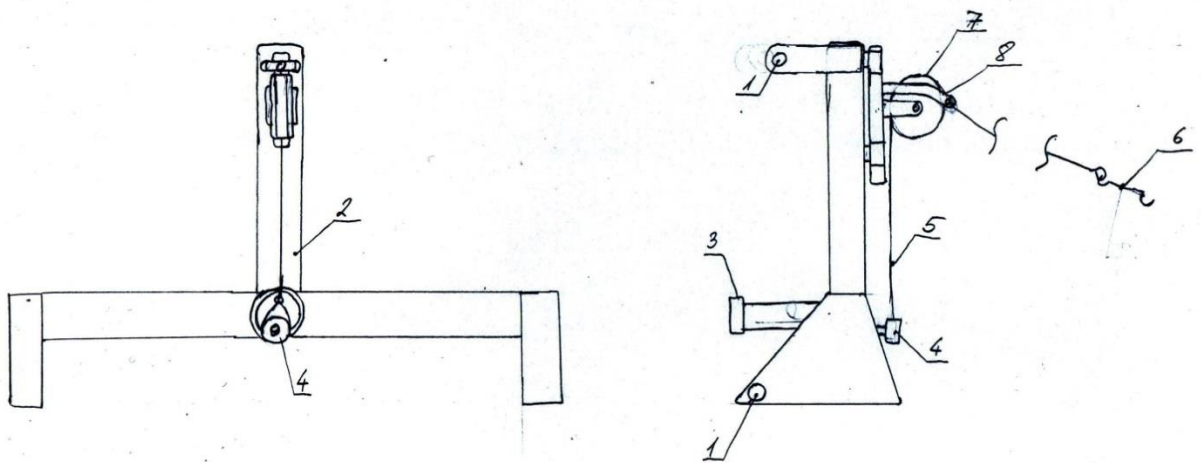
| | | | | |
|-----|--|---|--|--|
| 14. | Reakcijske sile na okolinu prenjeti | Sile se prenose na traktor preko trospojne veze | | |
| 15. | Uređaj od udarnih sila zaštititi | <p>Elastična spojka</p>  | <p>Lamelna spojka</p>  | |

Tablica 8. Morfološka matrica

6. Koncepti

Nakon modeliranja funkcijskog toka i morfološke matrice izgenerirani su koncepti. Koncepti moraju ispuniti osnovne funkcije i biti cjenovno prihvatljivi.

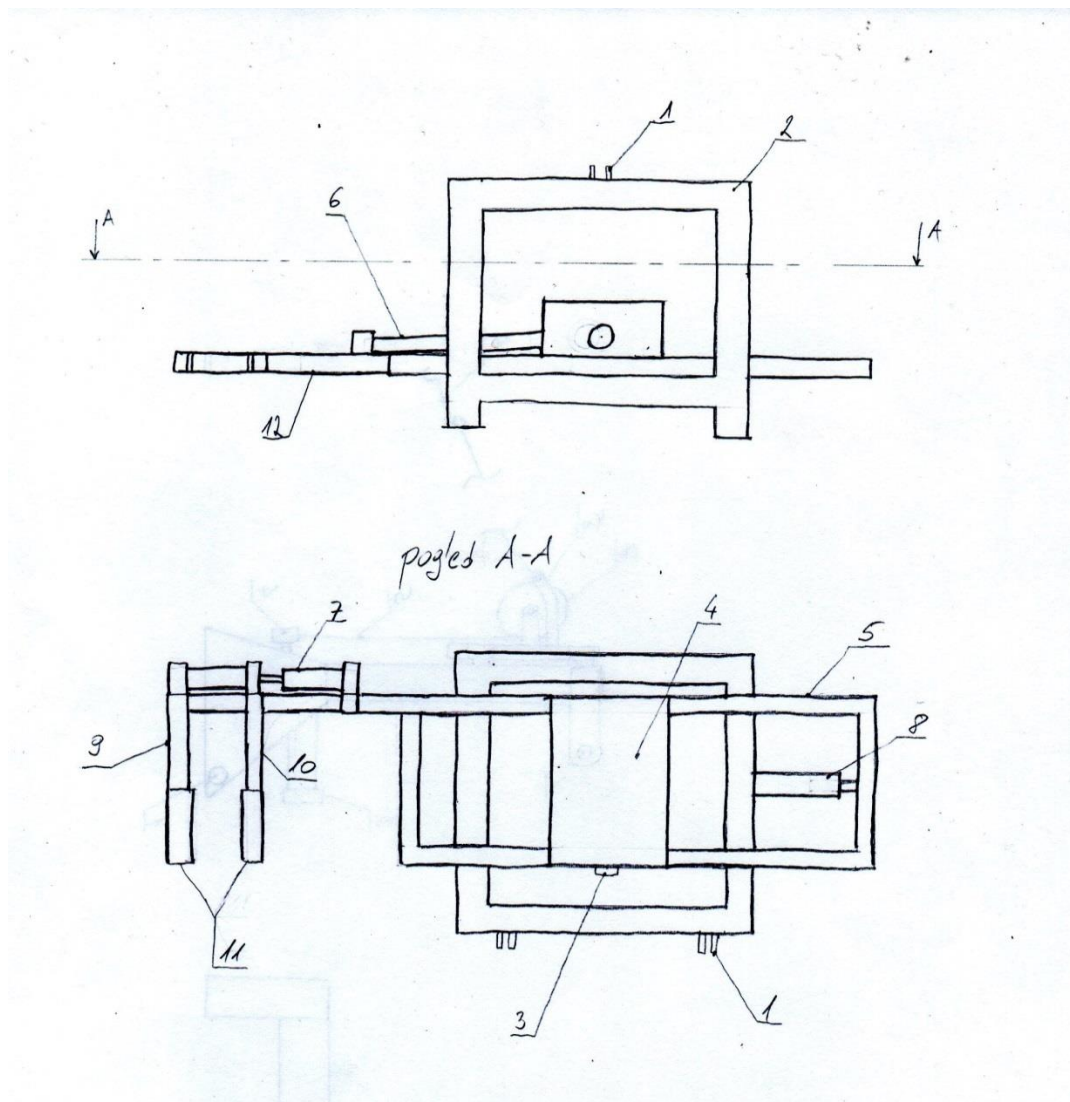
6.1 Koncept 1



Slika 16. Koncept 1

Ideja prvog koncepta je mehanički uređaj za trešnju stabla koji se sastoji od nosive konstrukcije (2), vratila (3), sajle (5) i koloture (7). Nosiva konstrukcija se poveže na traktor preko trotočja (1) i tako biva nošena. Vratilo se poveže s traktorskim izlaznim vratilom preko kardana i tako se okreće. Na kraju vratila se nalazi držač sajle (4) na kojem je namotana sajla (5), on se nalazi u ekscentru. Sajla ide dalje prema koloturi (7) i prolazi dio za centriranje (8). Sajla na kraju ima kuku (6) i lako se omota oko stabla. Kako se vratilo okreće tako se sajla zateže/otpušta i to uzrokuje trešnju stabla. Na dio sajle koji ide oko stabla je navučen materijal od gume kako se nebi oštetila kora stabla.

6.2 Koncept 2



Slika 17. Koncept 2

Ideja drugog koncepta je uređaj za trešnju stabla koji se pozicionira i prihvaća stablo pomoću hidraulike, a trese stablo mehanički. Uređaj se sastoji od nosive konstrukcije (2), pomične konstrukcije (5), vratila (3), hidrauličkih cilindara (7) i (8), kućišta (4), "grede" (6) koja prenosi translacijsko gibanje na "gredu" (12), hvataljki (9) i (10) i gumene obloge (11). Nosiva konstrukcija se prihvati za traktor preko trotočja (1) i poveže se preko kardana na vratilo. Vratilo se okreće i na kraju ima ekscentar na koji je povezana "greda" (6). Ona je zatim povezana s "gredom" (12) i pomiče ju naprijed/nazad. Greda "12" je na vodilicama spojena s pomičnom konstrukcijom tako da kada se ona miče ne utječe na trešnju konstrukcije. Cilindar (8) je zadužen za primicanje čitave pomične konstrukcije prema ili od stabla. Cilindar (7) je zadužen za prihvat stabla, on povlači ili gura hvataljku (9). Gumene obloge su stavljene radi zaštite kore stabla.

6.3 Vrednovanje koncepata

| KRITERIJI | KONCEPT 1 | KONCEPT 2 |
|----------------------------|-----------|-----------|
| Cijena | + | +/- |
| Jednostavnost izvedbe | + | +/- |
| Jednostavnost rukovanja | - | + |
| Kapacitet trešnje | - | + |
| Masa | + | +/- |
| Veličina stroja | + | + |
| Sigurnost | - | + |
| Σ | 4 | 5,5 |

Tablica 9. Vrednovanje koncepata

Na temelju usporedbe koncepata utvrđeno je da koncept 2 u većoj mjeri zadovoljava potrebe korisnika. Koncept 2 bolji je zato što je jednostavniji i brži prihvat stabla i sama trešnja, samim time veća mu je efikasnost. U nastavku će se napraviti konstrukcijska razrada koncepta 2.

7. Proračun i detaljna razrada

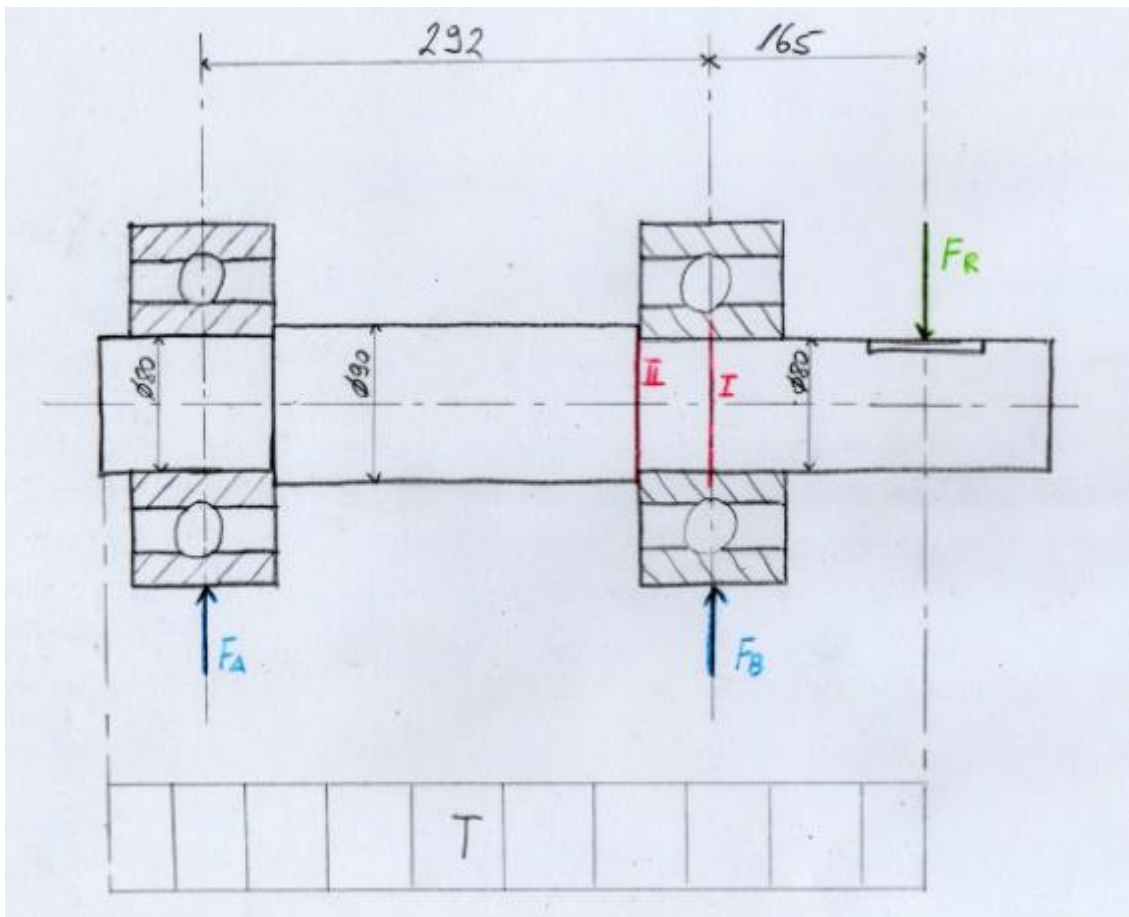
Nakon što smo odabrali koncept potrebno je provesti proračun, da bi vidjeli da li je uopće izvedivo takvo rješenje. Proračun ćemo raditi paralelno sa detaljnom razradom. Od ulaznih parametara imamo snagu traktora 30 kW i broj okretaja izlaznog vratila 540 min^{-1} .

Specifikacije traktora:

$$P_{TR} = 30 \text{ kW}$$

$$n_{TR} = 540 \text{ min}^{-1} = 9 \text{ s}^{-1}$$

7.1 Vratilo



Slika 18. Vratilo

$$P = T \cdot \omega = T \cdot 2\pi \cdot n$$

$$30000 = T \cdot 2\pi \cdot 9; \quad T = 530 \text{ Nm}$$

$$T = F_R \cdot \frac{d}{2}, \quad F_R = \frac{T \cdot 2}{d} = \frac{530 \cdot 2}{0,08} = 13250 \text{ N}$$

$$\sum M_A = 0$$

$$-F_R \cdot 457 + F_B \cdot 292 = 0$$

$$F_B = \frac{F_R \cdot 457}{292} = \frac{13250 \cdot 73,2}{168} = 20737 \text{ N}$$

$$\sum F_Z = 0$$

$$F_A + F_B = F_R$$

$$F_A = F_R - F_B = 13250 - 20737 = -7487 \text{ N}$$

Provjera sigurnosti u kritičnim presjecima:

Presjek I:

$$M_S = F_R \cdot 165 = 13250 \cdot 165 = 2186250 \text{ Nmm}$$

$$T = 530 \text{ Nm}$$

$$M_{RED} = \sqrt{(M_S \cdot \beta_{kf})^2 + 0,75 \cdot (\alpha_0 \cdot T_{DISK} \cdot \beta_{kt})^2}$$

Za odabrani materijal Č0745 vrijedi:

$$\sigma_{fDN} = 350 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tDI} = 210 \text{ MPa}$$

$$R_m = 700 \text{ MPa}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1,73 \cdot \tau_{tDI}} = \frac{350}{1,73 \cdot 210} = 0,96$$

$$M_{RED} = \sqrt{(2186250)^2 + 0,75 \cdot (0,96 \cdot 530000)^2} = 2230212 \text{ Nmm}$$

$$W = \frac{d^3 \pi}{32} = \frac{80^3 \pi}{32} = 50265,48 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_f = \frac{M_{RED}}{W} = \frac{2230212}{50265,48} = 44,37 \text{ MPa}$$

$$S = \frac{b_1 \cdot b_2 \cdot \sigma_{fDN}}{\varphi \cdot \sigma_f}$$

$$b_1 = f(d = 80 \text{ mm}) = 0,78$$

$$b_2 = f(\text{fino obrađena površina}) = 0,9$$

$$\varphi = f(\text{srednje jaki udari}) = 1,5$$

$$S_1 = \frac{0,78 \cdot 0,9 \cdot 350}{1,5 \cdot 44,37} = 3,69$$

Presjek II:

$$M_S = F_R \cdot 205 - F_B \cdot 40 = 13250 \cdot 205 - 20737 \cdot 40 = 1886770 \text{ Nmm}$$

$$T = 530 \text{ Nm}$$

$$\beta_{kf} = 1 + c_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1)$$

$$c_1 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{90}{80} = 1,125\right) = 0,3$$

$$\beta_{kf2} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{1}{80} = 0,0125, R_m = 700 \text{ MPa}\right) = 2,5$$

$$\beta_{kf} = 1 + 0,3 \cdot (2,5 - 1) = 1,45$$

$$\beta_{kt} = 1 + c_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1)$$

$$c_2 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{90}{80} = 1,125\right) = 0,6$$

$$\beta_{kt1,4} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{1}{80} = 0,0125, R_m = 700 \text{ MPa}\right) = 1,8$$

$$\beta_{kt} = 1 + 0,6 \cdot (1,8 - 1) = 1,48$$

$$M_{RED2} = \sqrt{(1886770 \cdot 1,45)^2 + 0,75 \cdot (0,96 \cdot 530000 \cdot 1,48)^2} = 2812468 \text{ Nmm}$$

$$W = \frac{d^3 \pi}{32} = \frac{80^3 \pi}{32} = 50265,48 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_f = \frac{M_{RED}}{W} = \frac{2812468}{50265,48} = 55,95 \text{ MPa}$$

$$b_1 = f(d = 80 \text{ mm}) = 0,78$$

$$b_2 = f(\text{fino obrađena površina}) = 0,9$$

$$\varphi = f(\text{srednje jaki udari}) = 1,5$$

$$S_2 = \frac{0,78 \cdot 0,96 \cdot 350}{1,5 \cdot 55,95} = 3,12$$

7.2 Kontrola ležaja



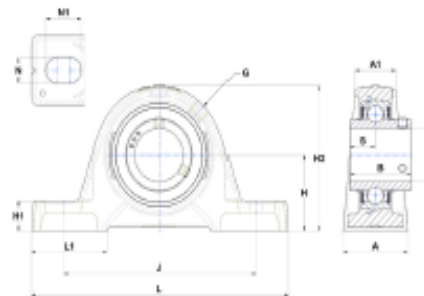
PDF technical sheet UCPE.216



Bearing units

grey cast housing, radial insert ball bearing with socket set screws, seal with slinger

| Product definition | |
|--------------------|----------|
| A | 78 mm |
| A1 | 55 mm |
| B | 82.60 mm |
| d | 80 mm |
| G | R1/8" |
| H | 89 mm |
| H1 | 30 mm |
| H2 | 175 mm |
| J | 232 mm |
| L | 290 mm |
| L1 | 90 mm |
| N | 26 mm |
| N1 | 34 mm |
| s1 | 41.30 mm |
| S | 33.30 mm |



| Product performance | |
|---------------------|----------|
| C | 72.50 kN |
| C0 | 54.20 kN |
| T min. | -20 °C |
| T max. | 100 °C |

Slika 19. Specifikacije ležaja

$$P = P_r = F_B = 20737 \text{ N}$$

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

$$L_{10h_min} = f(\text{poljoprivredni strojevi, maksimalni traženi radni vijek}) = 5000 \text{ h}$$

$$\varepsilon = f(\text{teorijski dodir u točki}) = 3$$

$$C_1 = P \cdot \left(\frac{60 \cdot n_m \cdot L_{10h_min}}{10^6} \right)^{1/\varepsilon}$$

$$C_1 = 20737 \cdot \left(\frac{60 \cdot 540 \cdot 5\,000}{10^6} \right)^{1/3} = 65354 \text{ N}$$

$$C_0 = 72500 \text{ N}$$

$$C_1 < C_0 \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

7.3 Kontrola svornjaka

Na smično naprezanje:

$$T = F \cdot \frac{d}{2}$$

$$F = \frac{T \cdot 2}{d} = \frac{530000 \cdot 2}{60} = 17300 \text{ N}$$

$$\tau_{dop} = 37 \text{ MPa}$$

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A} = \frac{F}{2 \cdot \frac{d^2 \pi}{4}} = \frac{17300}{2 \cdot \frac{16^2 \pi}{4}} = 33 \text{ MPa}$$

$$\tau_{dop} > \tau \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Potreban promjer:

$$\tau = \frac{F}{2 \cdot A} = \frac{F}{\frac{d^2 \pi}{2}}$$

$$d = \sqrt{\frac{2 \cdot F}{37 \cdot \pi}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 17300}{37 \cdot \pi}} = 21,3 \text{ mm} \rightarrow \text{uzimamo } d = 25 \text{ mm}$$

7.4 Stabilnost traktora

Provjera stabilnosti traktora provodi se na temelju opterećenja traktora i udaljenostima opterećenja od osovina. Stabilnost traktora će biti zadovoljena ako na ni jenoj osovini opterećenje ne padne ispod 20% ukupne težine traktora sa svim priključcima na njemu.

Odabrani traktor za proračun je McCormick GM45.



Slika 20. Traktor McCormick GM45

Tehnički podaci traktora McCormick GM45:

a - udaljenost centra mase radnog priključka od stražnje osovine,

$$a = 700 \text{ mm}$$

b – udaljenost između osovina traktora

$$b = 1700 \text{ mm}$$

c – udaljenost centra mase prednjeg utega od prednje osovine

m_{TR} – masa traktora bez priključka i utega

$$m_{TR} = 1450 \text{ kg}$$

m_S – masa stroja za trešnju stabla

$$m_S = 180 \text{ kg}$$

f – opterećenje prednje osovine traktora bez priključaka i utega

$$f = 5387 \text{ N}$$

r – opterećenje stražnje osovine traktora bez priključaka i utega

$$r = 8881 \text{ N}$$

Pošto je stroj za trešnju stabla priključen na stražnju stranu traktora potrebno je proračunati samo opterećenje prednje osovine traktora.

G_{UK} - ukupna težina traktora sa priključkom

$$G_{UK} = m_{TR} \cdot g + m_S \cdot g = 1450 \cdot 9,81 + 180 \cdot 9,81$$

$$G_{UK} = 15990\text{N}$$

$$0,2 \cdot G_{UK} = 3198\text{N}$$

$$F = f - \frac{T \cdot a}{b} = 5387 - \frac{18,9,81 \cdot 700}{1700} = 4650\text{N}$$

$$F = 4650\text{N} > 0,2G_{UK} = 3198\text{N} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

7.5 Provjera bočnog tlaka pera

$$p_{dop} - \text{dopušteni bočni tlak} = 100\text{MPa}$$

Dimenzije pera su standardizirane prema normi DIN 6885

$$l - \text{duljina pera} = 90\text{mm}$$

$$h - \text{visina pera} = 14\text{mm}$$

$$b - \text{širina pera} = 22\text{mm}$$

$$t_2 - \text{minimalna visina dodira glavine i pera} = 5\text{mm}$$

$$r - \text{radijus vratila} = 40\text{mm}$$

$$F_t - \text{obodna sila na vratilu}$$

Proračun obodne sile:

$$F_t = \frac{K_A \cdot T}{r} = \frac{1,5 \cdot 530000}{40}$$

$$F_t = 19875\text{N}$$

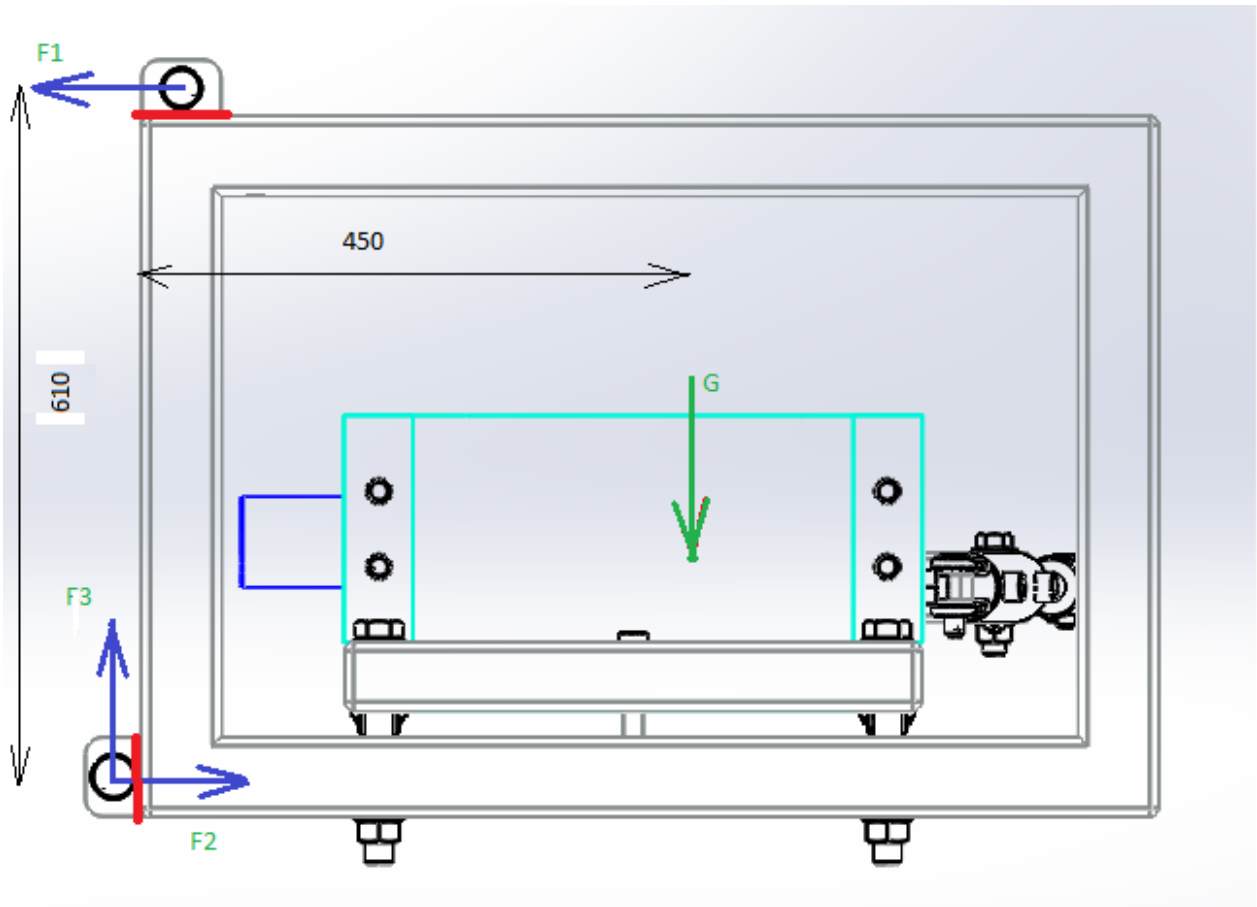
Bočni tlak na peru:

$$p = \frac{F_t}{t_2 \cdot l} = \frac{19875}{5 \cdot 90}$$

$$p = 44,17\text{MPa} < p_{dop} = 100\text{MPa} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

7.6 Proračun kritičnog zavora

Proračun zavora na mjestu spajanja prihvata na tro-spojnu vezu:



Slika 21. Opterećenje nosive konstrukcije

$$G = m \cdot g = 172 \cdot 9,91 = 1687\text{N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_1 = F_2$$

$$\sum M_B = 0$$

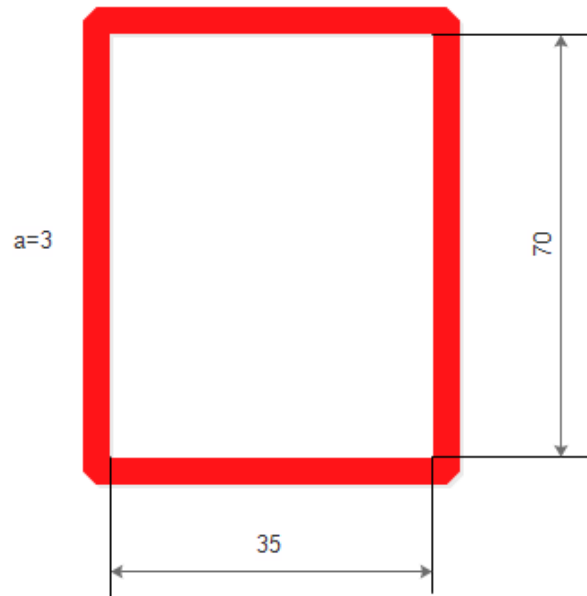
$$F_1 \cdot 610 = G \cdot 450$$

$$F_1 = G \cdot \frac{450}{610} = 1245\text{N} = F_2$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_3 = G = 1687\text{N}$$

Presjek zavara i karakteristike presjeka:



Slika 22. Presjek zavara

$$A = 76 \cdot 41 - 70 \cdot 35 = 667 \text{mm}^2$$

$$W = \frac{41 \cdot 76^2}{6} - \frac{35 \cdot 70^2}{6} = 10886 \text{mm}^3$$

Dopušteno naprezanje:

$$\sigma_{D(-1)dop} = f(B4, K3, S235JR2) = 90 \text{MPa}$$

$$\sigma_{D(0)dop} = \frac{5}{3} \cdot \sigma_{D(-1)dop} = \frac{5}{3} \cdot 90 = 150 \text{MPa}$$

Gornje ušice:

S obzirom da imamo 2 ušice, silu F_1 dijelimo s 2 jer svaki zavar preuzima pola sile.

$$\frac{F_1}{2} = \frac{1245}{2} = 622,5 \text{N}$$

Vlačno naprezanje:

$$\sigma_V = \frac{F_1}{A \cdot 2} = \frac{622,5}{667} = 0,95 \text{MPa} < \sigma_{dop} = 150 \text{MPa} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

Donje ušice:

S obzirom da imamo 4 ušice, sile F_2 i F_3 se dijele s 4 jer svaki zavar preuzima četvrtinu sile.

$$\frac{F_2}{4} = 311 \text{N}, \quad \frac{F_3}{4} = 422 \text{N}$$

Tlačno naprezanje:

$$\sigma_T = \frac{F_2}{A \cdot 4} = \frac{311}{667} = 0,47 \text{MPa}$$

Naprezanje na savijanje:

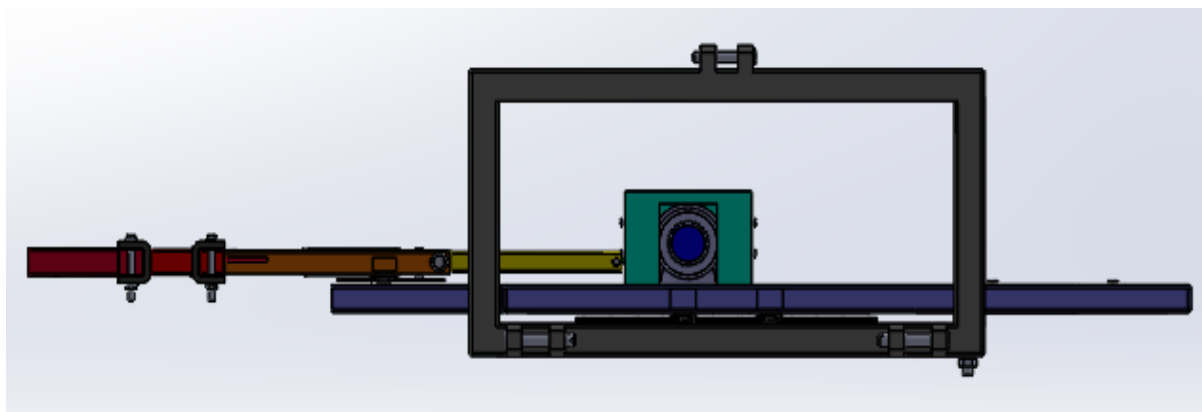
$$M = \frac{F_3}{4} \cdot 25 = 422 \cdot 25 = 10550 \text{Nmm}$$

$$\sigma_f = \frac{M}{W} = \frac{10550}{10886} = 0,97 \text{MPa}$$

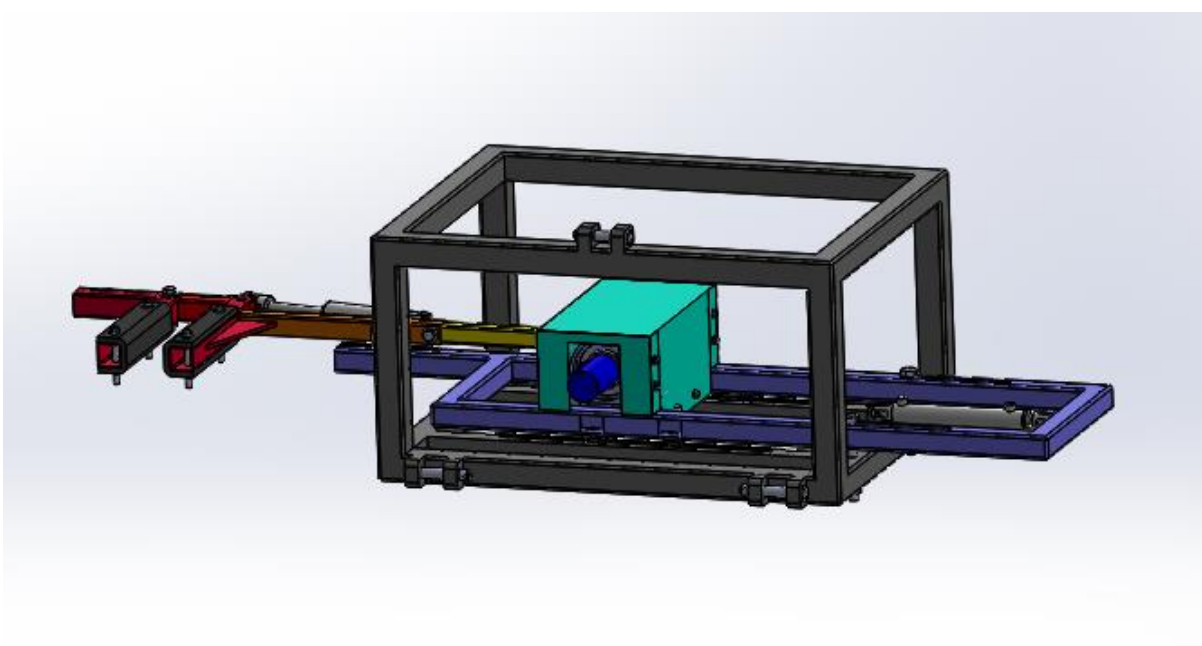
Ukupno naprezanje:

$$\sigma_{UK} = \sigma_T \cdot \sigma_f = 0,47 \cdot 0,97 = 1,44 \text{MPa} < \sigma_{dop} = 150 \text{MPa} \rightarrow \text{zadovoljava}$$

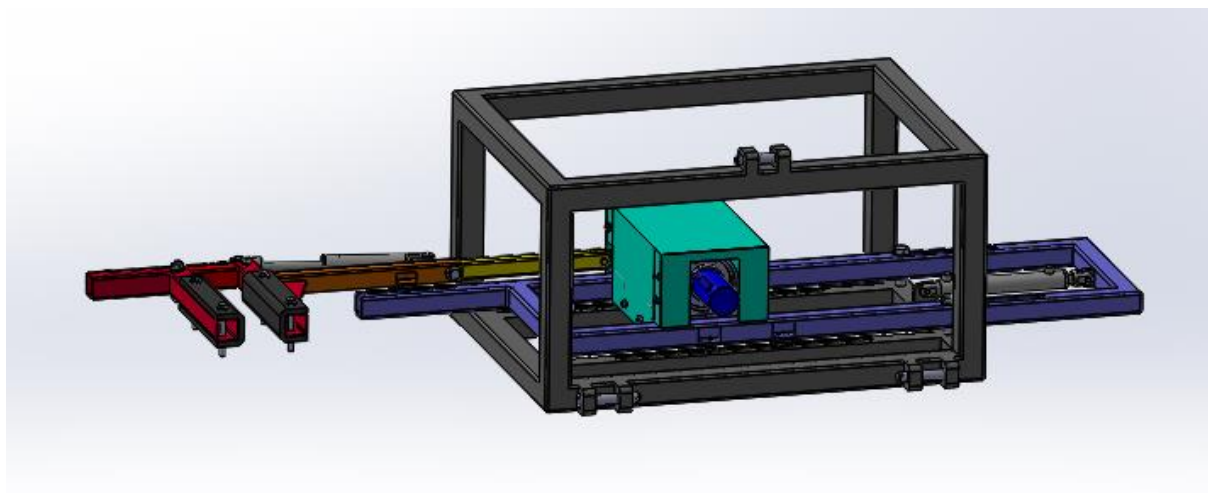
8. Model



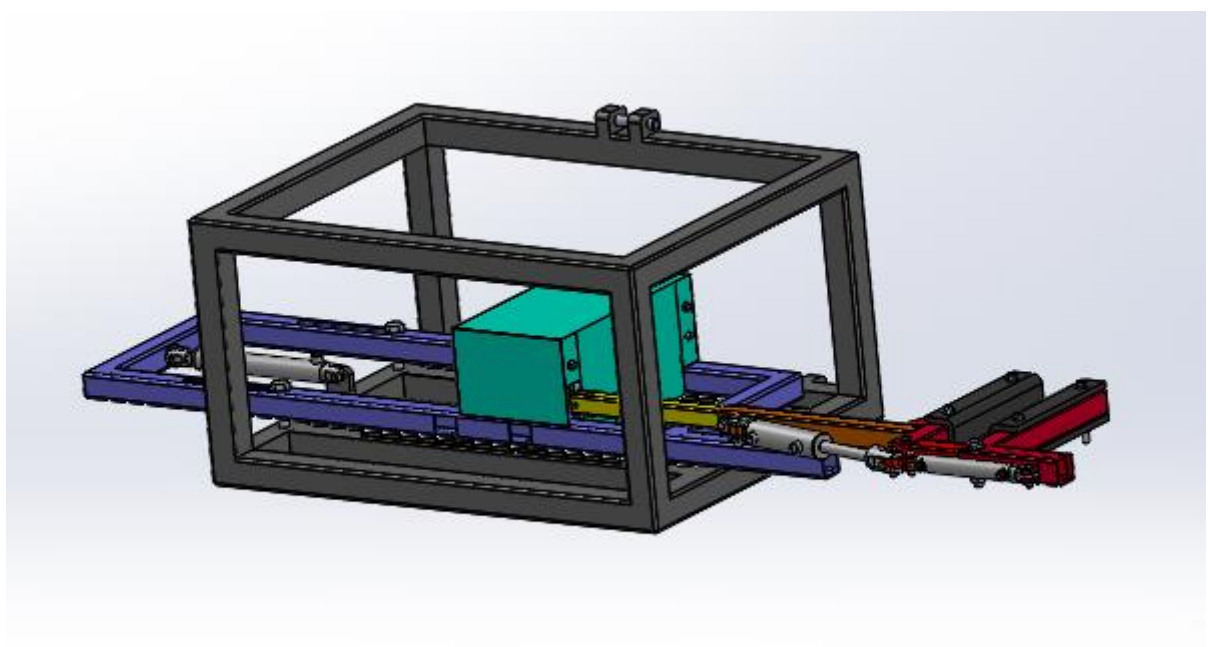
Slika 23. Nacrt modela



Slika 24. Izometrija modela 1



Slika 25. Izometrija modela 2



Slika 26. Izometrija modela 3

9. Zaključak

Ovaj završni rad je prikaz razvoja traktorskog priključka za trešnju stabla od analize tržišta, izrade funkcijske dekompozicije i morfološke matrice, vrednovanja koncepta, razrade i konstruiranja pa sve do izrade tehničke dokumentacije. Analizom tržišta istražena su postojeća rješenja sličnih strojeva za trešnju stabla. Karakteristike strojeva koje variraju su veličina stroja, masa, način upravljanja strojem, kapacitet trešnje odnosno brzina trešnje, potrebna snaga traktora i mogući promjer stezaljki koje se uhvate za stablo. Usporedbom pet strojeva različitih proizvođača, koji su po opisu odgovarali traženim uvjetima, ocjenjivanjem je odabran jedan stroj koji je poslužio kao polazište za razvoj.

Funkcijskom dekompozicijom se olakšao prikaz osnovnih funkcija, te funkcija koje je moguće dodati kako bi se proizvod unaprijedio. Nakon razlaganja proizvoda na funkcije napravljena je morfološka matrica kojom je olakšan pronalazak postojećih rješenja primjenjivih na razvoj stroja. Koncipiranjem su napravljena dva koncepta, te se ocjenjivanjem odabrao pogodniji koncept za konstrukcijsku razradu.

Poljoprivredni strojevi ove vrste proizvode se sa vrlo velikom sigurnošću, pa je temeljem toga ovdje proveden pojednostavljen proračun. Većina dijelova je predimenzionirana kako se sama funkcija stroja ne bi dovela u pitanje.

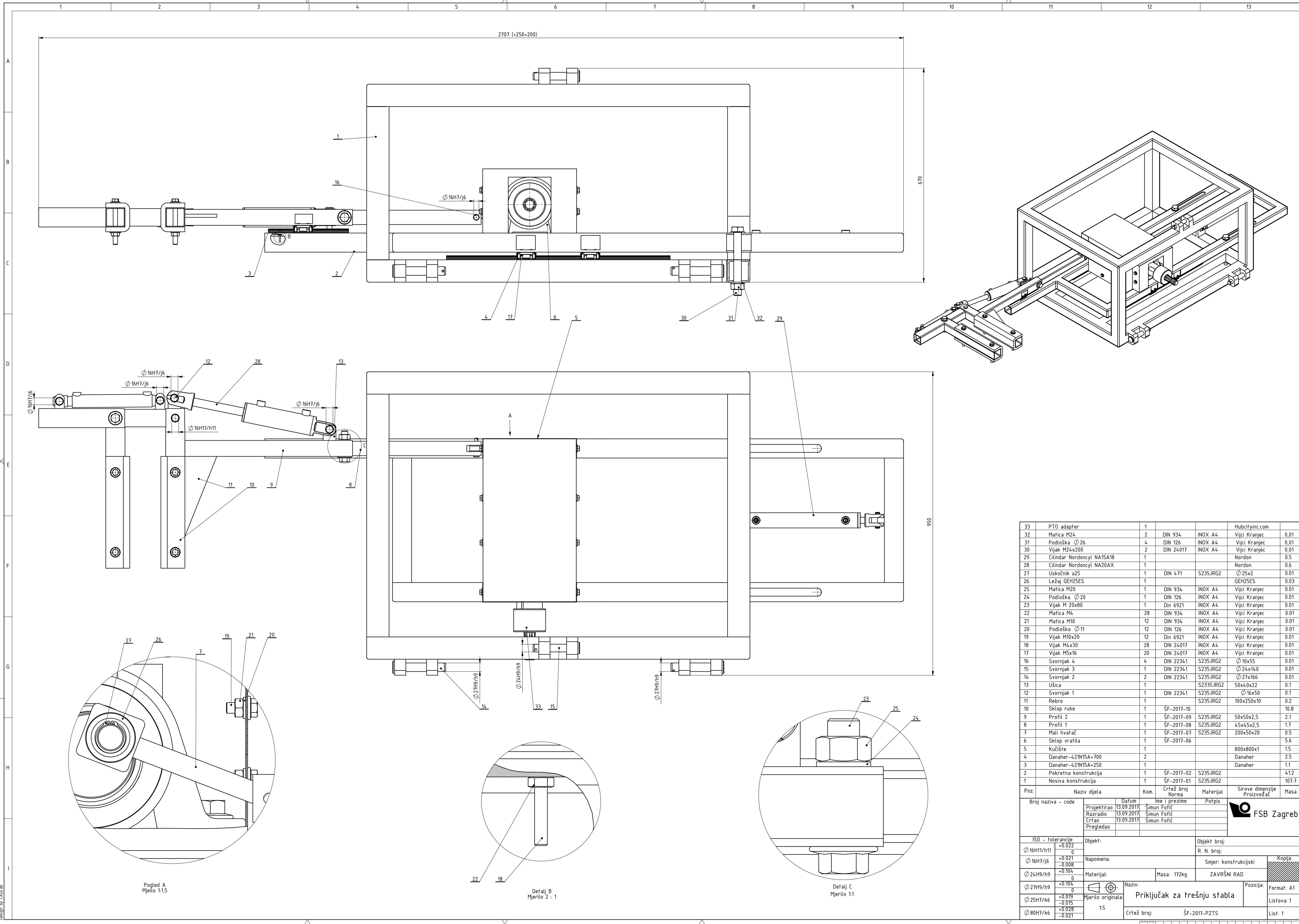
Dobiven je traktorski priključak za trešnju stabla koji se poveže s traktorskim izlaznim vratilom preko kardanskog vratila. Zatim dolazi vratilo koje ima na kraju ekscentar i na njega se povežu profili koji su zavareni s rukom koja prihvaća stablo. Okretanjem tog vratila dolazi do trešnju stabla i zatim otpada plod. Ima puno standardnih dijelova, što uvelike je smanjilo cijenu stroja. Najveća mana stroja je njegova glomaznost, stoga se tu može tražiti poboljšanje u budućnosti.

10. Literatura

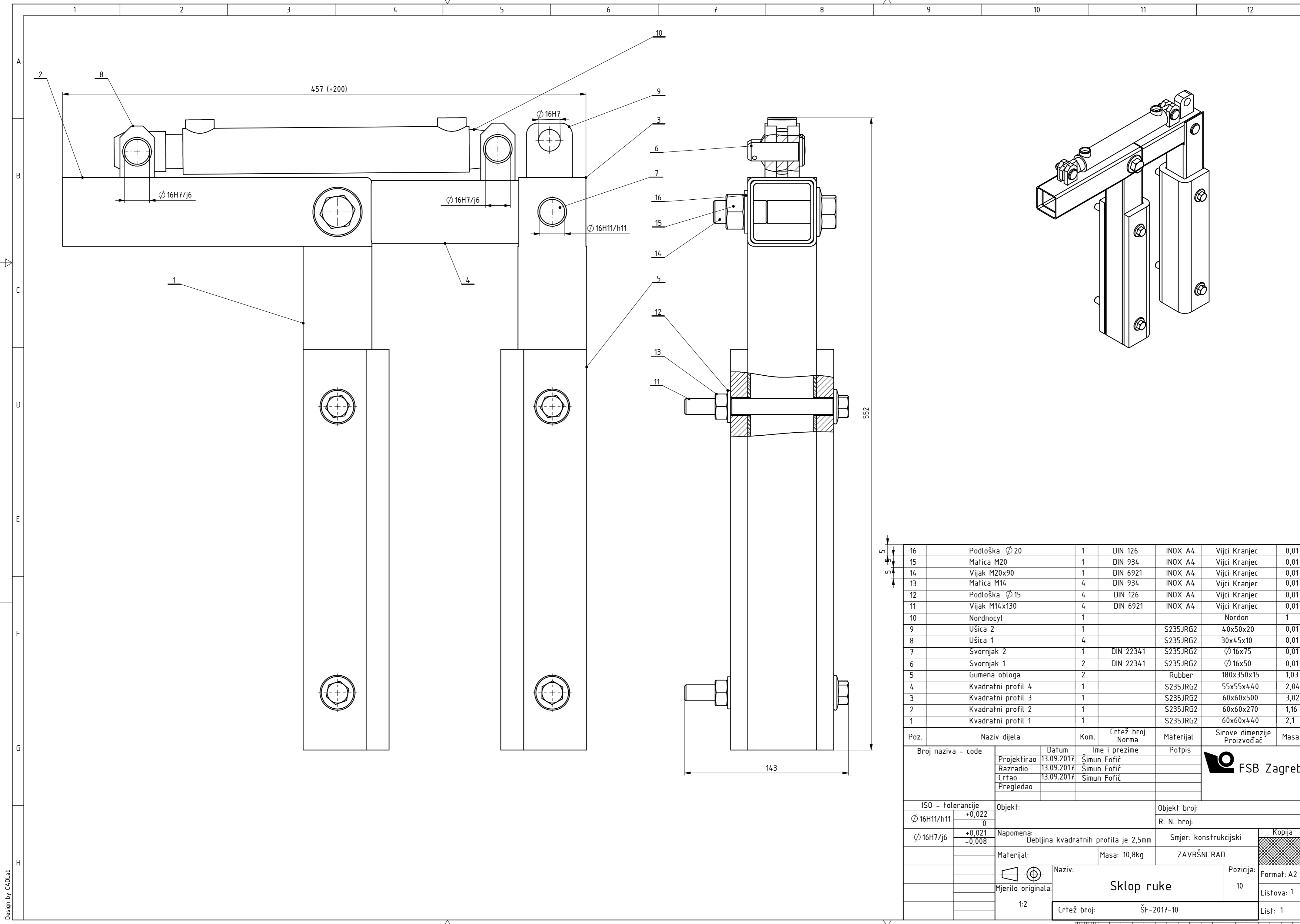
- [1] <http://www.jagoda.com.pl/portfolio-view/fruit-shaker-pestka>
- [2] <http://www.sntequipment.com/Savage-2138-2158-2542-2548-Shakers-Savage-Shakers.htm>
- [3] http://www.tuthilltemperley.com/SL81e_tree_shaker.htm
- [4] <http://www.pellenc.com/agri/produits/front-mounted-shaker/?lang=en>
- [5] <http://www.agriexpo.online/prod/amb-rousset/product-176784-12242.html>
- [6] <http://www.skf.com/in/index.html>
- [7] Decker, K.H., Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb, 2006.
- [8] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Sajema, Zagreb, 2009
- [9] Herold, Z., Stezni i zavareni spoj, FSB, Zagreb, 1998.
- [10] Nenad Kranjčević: ELEMENTI STROJEVA, Zagreb, studeni, 2012.
- [11] Osovine i vratila, podloge uz predavanja, FSB, Zagreb, 2013.
- [12] Herold, Z., Računalna i inženjerska grafika, FSB, Zagreb, 2003.

PRILOZI

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija



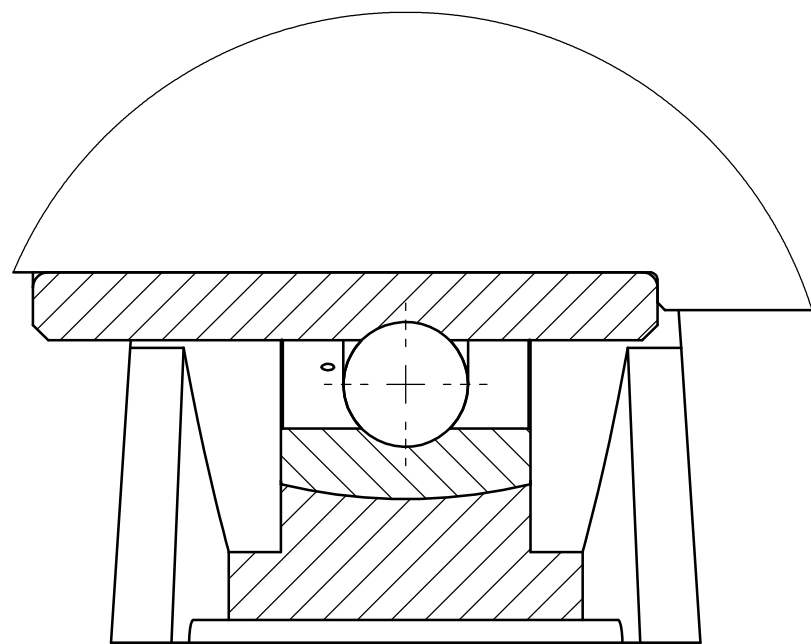
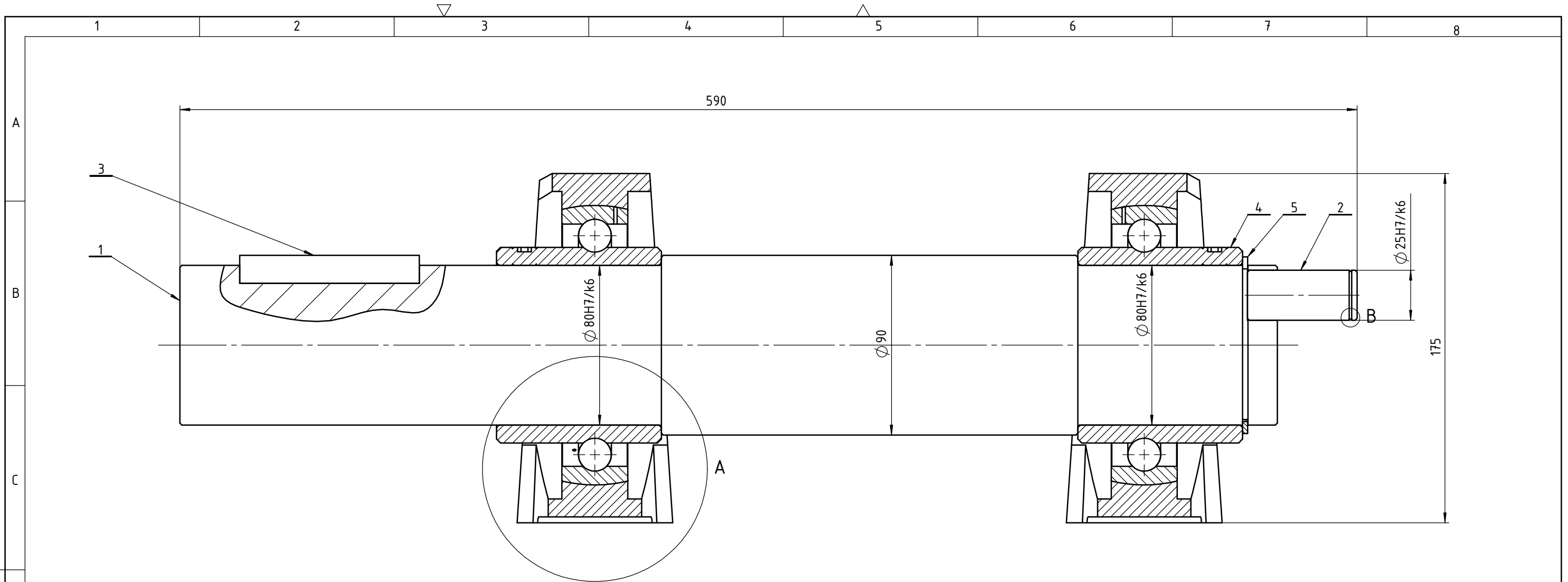
| | | | | | | |
|-------------------------|---------------------------|-------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|-------|
| 33 | PTO adapter | 1 | | | Hubcityinc.com | |
| 32 | Matica M24 | 2 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 31 | Podloška $\varnothing 26$ | 4 | DIN 126 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 30 | Vijak M24x200 | 2 | DIN 24017 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 29 | Cilindar Nordocyl NA15A18 | 1 | | | Nordon | 0,5 |
| 28 | Cilindar Nordocyl NA20AX | 1 | | | Nordon | 0,6 |
| 27 | Uskočnik a25 | 1 | DIN 471 | S235JRG2 | $\varnothing 25 \times 2$ | 0,01 |
| 26 | Ležaj GEH25ES | 1 | | | GEH25ES | 0,03 |
| 25 | Matica M20 | 1 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 24 | Podloška $\varnothing 20$ | 1 | DIN 126 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 23 | Vijak M 20x80 | 1 | Din 6921 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 22 | Matica M4 | 28 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 21 | Matica M10 | 12 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 20 | Podloška $\varnothing 11$ | 12 | DIN 126 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 19 | Vijak M10x20 | 12 | Din 6921 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 18 | Vijak M4x30 | 28 | DIN 24017 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 17 | Vijak M5x16 | 20 | DIN 24017 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 16 | Svornjak 4 | 4 | DIN 22341 | S235JRG2 | $\varnothing 10 \times 55$ | 0,01 |
| 15 | Svornjak 3 | 1 | DIN 22341 | S235JRG2 | $\varnothing 24 \times 140$ | 0,01 |
| 14 | Svornjak 2 | 2 | DIN 22341 | S235JRG2 | $\varnothing 27 \times 166$ | 0,01 |
| 13 | Ušica | 1 | | | 50x40x22 | 0,1 |
| 12 | Svornjak 1 | 1 | DIN 22341 | S235JRG2 | $\varnothing 16 \times 50$ | 0,1 |
| 11 | Rebro | 1 | | | 100x250x10 | 0,2 |
| 10 | Sklop ruke | 1 | SF-2017-10 | | | 10,8 |
| 9 | Profil 2 | 1 | SF-2017-09 | S235JRG2 | 50x50x2,5 | 2,1 |
| 8 | Profil 1 | 1 | SF-2017-08 | S235JRG2 | 45x45x2,5 | 1,7 |
| 7 | Mali hvatač | 1 | SF-2017-07 | S235JRG2 | 200x50x20 | 0,5 |
| 6 | Sklop vratila | 1 | SF-2017-06 | | | 5,6 |
| 5 | Kučište | 1 | | | 800x800x1 | 1,5 |
| 4 | Danaher-42IN15A-700 | 2 | | | Danaher | 2,5 |
| 3 | Danaher-42IN15A-250 | 1 | | | Danaher | 1,1 |
| 2 | Pokretna konstrukcija | 1 | SF-2017-02 | S235JRG2 | | 41,2 |
| 1 | Nosiva konstrukcija | 1 | SF-2017-01 | S235JRG2 | | 107,7 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis | | | |
| Projekтираo | 13.09.2017 | Simun Fofić | | | | |
| Razradio | 13.09.2017 | Simun Fofić | | | | |
| Crtao | 13.09.2017 | Simun Fofić | | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | | |
| $\varnothing 16H11/h11$ | +0.022 | | | R. N. broj: | | |
| $\varnothing 16H7/j6$ | 0 | | | Smjer: konstrukcijski | | |
| $\varnothing 24H9/h9$ | +0.021 | Napomena: | | Kopija | | |
| $\varnothing 27H9/h9$ | -0.008 | | | ZAVRŠNI RAD | | |
| $\varnothing 25H7/k6$ | +0.104 | Materijal: | | Masa: 172kg | | |
| $\varnothing 80H7/k6$ | 0 | | | ZAVRŠNI RAD | | |
| | +0.104 | | | Naziv: | | |
| | 0 | | | 800x800x1 | | |
| | +0.019 | Mjerilo originala | | Pozicija: | | |
| | -0.015 | 1:5 | | Format: A1 | | |
| | +0.028 | Crtež broj: | | Listova: 1 | | |
| | -0.021 | SF-2017-PZTS | | List: 1 | | |



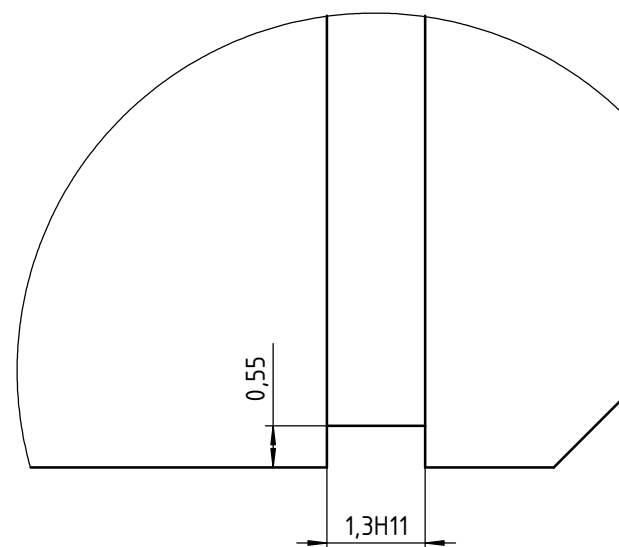
| | | | | | | |
|--------------------|--------------------|---|------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|
| 16 | Podloška Ø 20 | 1 | DIN 126 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 15 | Matica M20 | 1 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 14 | Vijak M20x90 | 1 | DIN 6921 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 13 | Matica M14 | 4 | DIN 934 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 12 | Podloška Ø 15 | 4 | DIN 126 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 11 | Vijak M14x130 | 4 | DIN 6921 | INOX A4 | Vijci Kranjec | 0,01 |
| 10 | Nordnocył | 1 | | | Nordon | 1 |
| 9 | Ušica 2 | 1 | | S235JRG2 | 40x50x20 | 0,01 |
| 8 | Ušica 1 | 4 | | S235JRG2 | 30x45x10 | 0,01 |
| 7 | Svornjak 2 | 1 | DIN 22341 | S235JRG2 | Ø 16x75 | 0,01 |
| 6 | Svornjak 1 | 2 | DIN 22341 | S235JRG2 | Ø 16x50 | 0,01 |
| 5 | Gumena obloga | 2 | | Rubber | 180x350x15 | 1,03 |
| 4 | Kvadratni profil 4 | 1 | | S235JRG2 | 55x55x4.40 | 2,04 |
| 3 | Kvadratni profil 3 | 1 | | S235JRG2 | 60x60x500 | 3,02 |
| 2 | Kvadratni profil 2 | 1 | | S235JRG2 | 60x60x270 | 1,16 |
| 1 | Kvadratni profil 1 | 1 | | S235JRG2 | 60x60x4.40 | 2,1 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | |
| Projektirao | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | [Signature] | |
| Razradio | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | [Signature] | |
| Crtao | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | [Signature] | |
| Pregledao | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 16H11/h11 | +0,022 0 | R. N. broj: | | | | |
| Ø 16H7/j6 | +0,021 -0,008 | Napomena: Debljina kvadratnih profila je 2,5mm | | Smjer: konstrukcijski | | Kopija |
| Materijal: | | Masa: 10,8kg | | ZAVRŠNI RAD | | |
| Mjerilo originala: | | Naziv: | | Pozicija: | | Format: A2 |
| 1:2 | | Sklop ruke | | 10 | | Listova: 1 |
| | | Crtež broj: ŠF-2017-10 | | | | List: 1 |

Design by CADLab





Detalj A
Mjerilo 1 : 1



Detalj B
Mjerilo 10 : 1

| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------|------------------|------|------------------|-----------|--------------------------------|------|
| 5 | Uskočnik a25 | 1 | DIN 471 | S235JRG2 | Ø 25x1,2 | 0,01 |
| 4 | Ležaj s kućištem | 2 | | | SNR UCPE216 | 1,25 |
| 3 | Pero | 1 | DIN 6886 | S235JRG2 | | 0,06 |
| 2 | Svornjak | 1 | DIN 22341 | S235JRG2 | Ø 25x55 | 0,03 |
| 1 | Vratilo | 1 | ŠF-2017-01 | St70-2 | Ø 90x550 | 3,04 |

| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|--------------------|-------------|------------------|--------|
| Projektirao | 13.09.2017. | Šimista Tomislav | |
| Razradio | 13.09.2017. | Šimista Tomislav | |
| Crtao | 13.09.2017. | Šimista Tomislav | |
| Pregledao | | | |
| Mentor | | | |



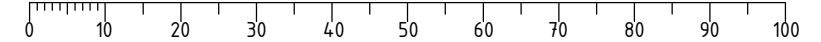
| ISO - tolerancije | Objekt: | Objekt broj: |
|-------------------|---------|--------------|
| Ø 80H7/k6 | | |
| Ø 25H7/k6 | | |
| 1,3H11 | | |

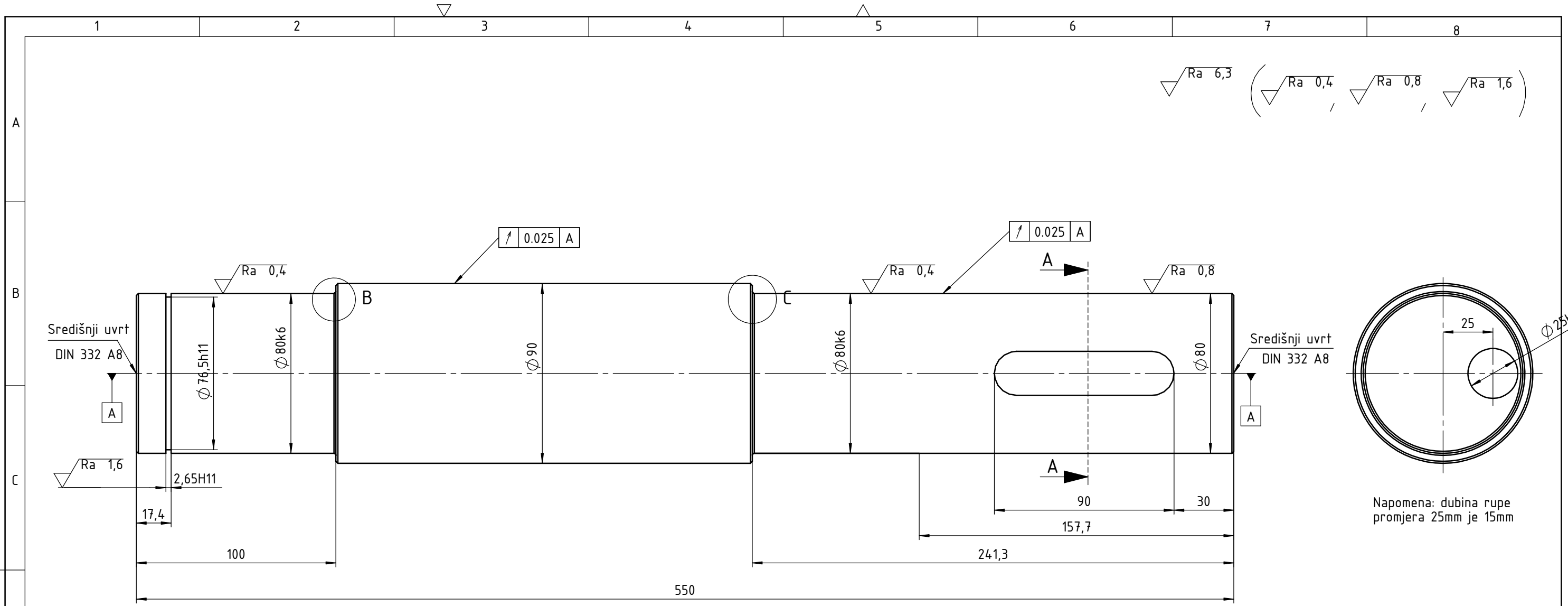
| Napomena: | Smjer: konstrukcijski | Kopija |
|-----------|-----------------------|--------|
| | | |

| Materijal: | Masa: 5,64kg | ZAVRŠNI RAD |
|------------|--------------|-------------|
| | | |

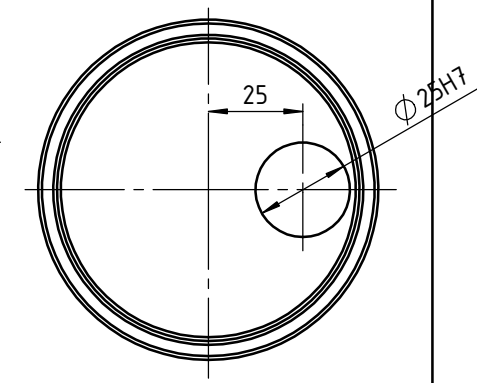
| Naziv: | Pozicija: | Format: A3 |
|--------------------|-----------|------------|
| Sklop vratila | | |
| Mjerilo originala: | | Listova: 1 |
| 1:2 | | List: 1 |

| Crtež broj: | ŠF-2017-06 |
|-------------|------------|
| | |

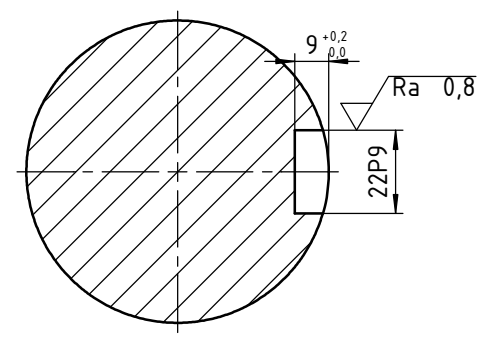




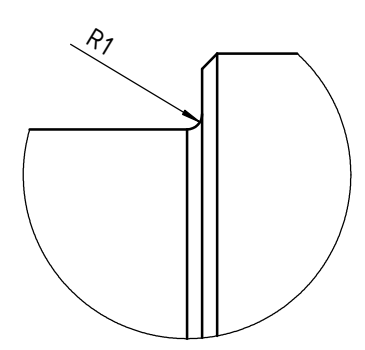
$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 0,4}$, $\sqrt{Ra\ 0,8}$, $\sqrt{Ra\ 1,6}$)



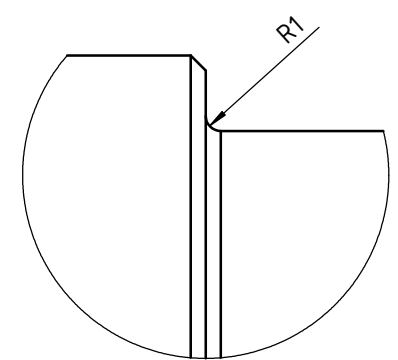
Napomena: dubina rupe promjera 25mm je 15mm



Presjek A-A
Mjerilo (1 : 2)

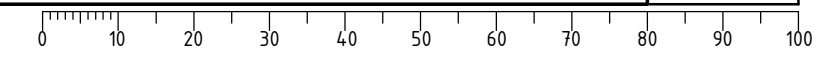


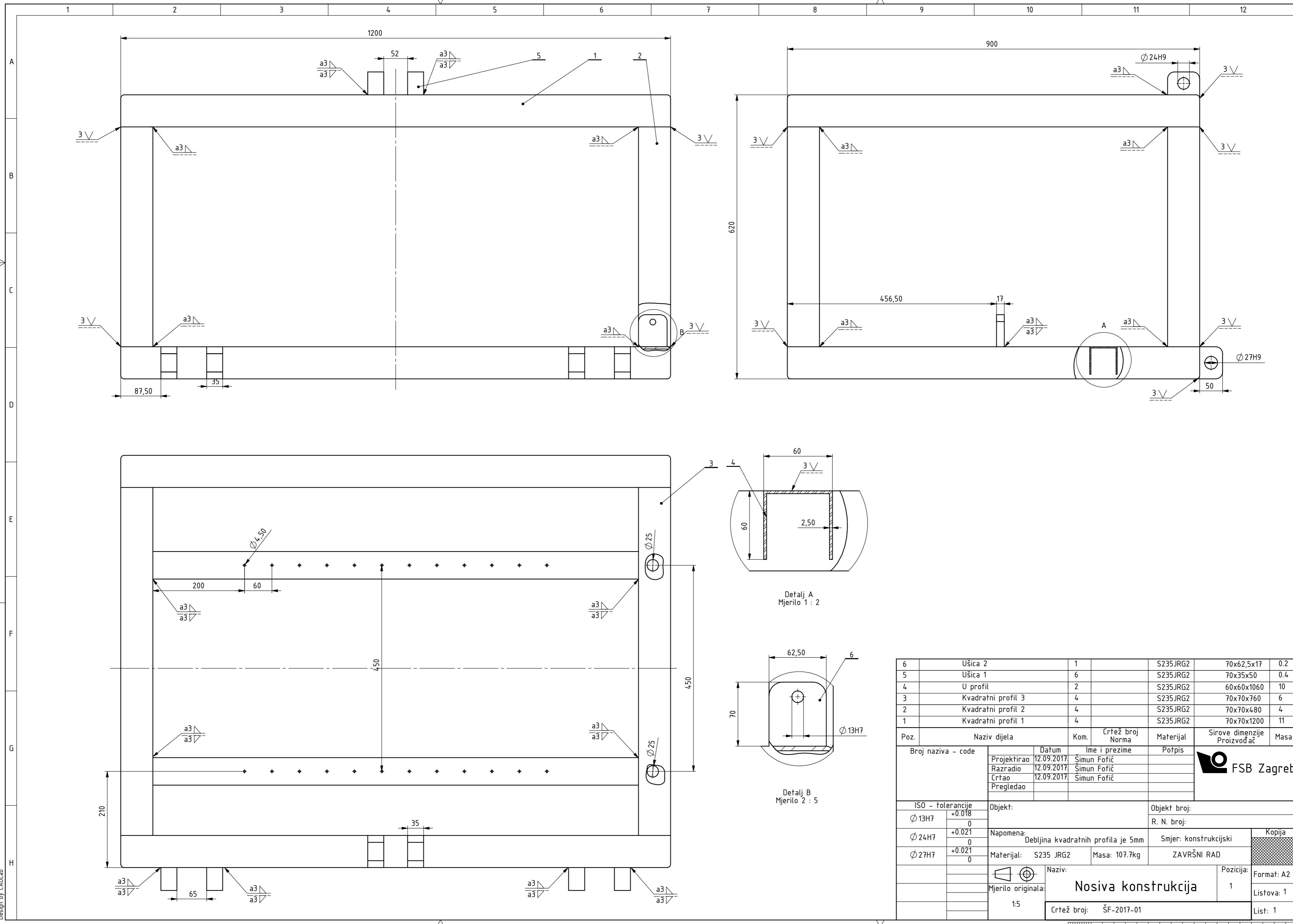
Detalj B
Mjerilo (2 : 1)



Detalj C
Mjerilo (2 : 1)

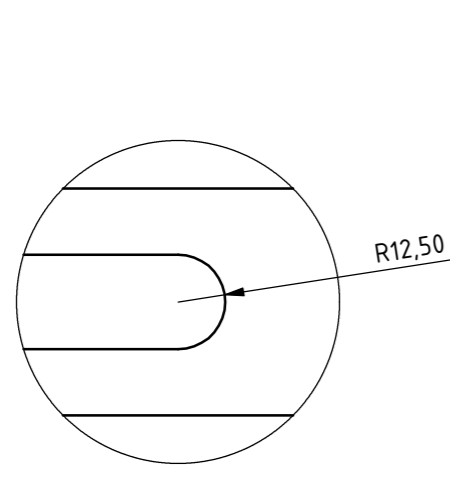
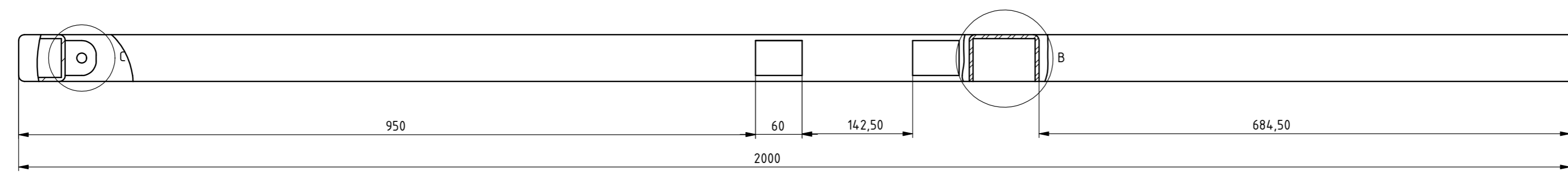
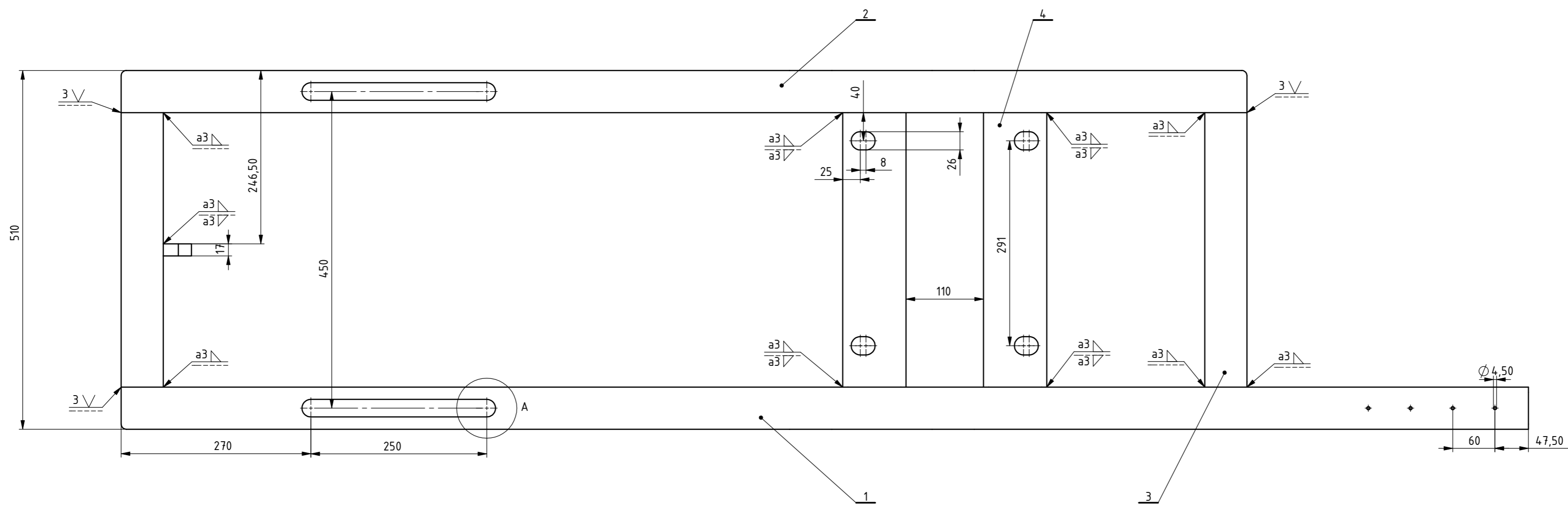
| | | | | | |
|--------------------|------------------|------------------------------------|----------------|-----------------------|--|
| Broj naziva - code | Projektirao | 11.09.2017. | Šimun Fofić | Potpis | |
| | Razradio | 11.09.2017. | Šimun Fofić | | |
| | Crtao | 11.09.2017. | Šimun Fofić | | |
| | Pregledao | | Neven Pavković | | |
| | Mentor | | Neven Pavković | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| Ø 80k6 | +0,021 +0,002 | | | R. N. broj: | |
| Ø 76h11 | 0 -0,190 | Napomena: Sva skošenja iznose 1x45 | | Smjer: konstrukcijski | |
| Ø 25H7 | 0 -0,021 | Materijal: St 70-2 | | Masa: 3,04kg | |
| 1,6H11 | +0,060 0 | Naziv: | | ZAVRŠNI RAD | |
| | | Mjerilo originala: | | Kopija | |
| | | M1:2 | | Format: A3 | |
| | | VRATILO | | Listova: 1 | |
| | | Crtež broj: SF-2017-06-01 | | List: 1 | |



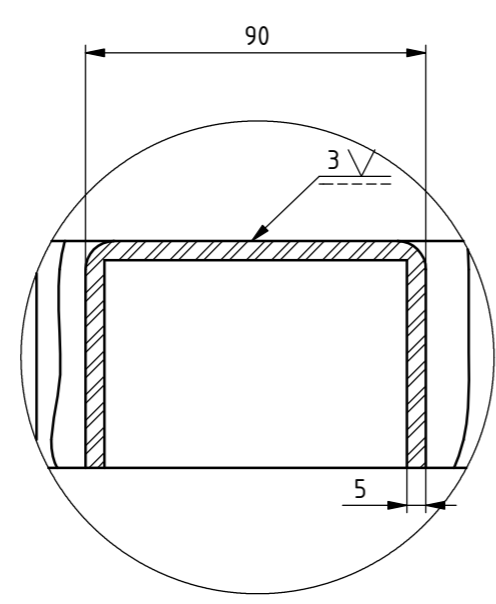


| 6 | Ušica 2 | 1 | S235JRG2 | 70x62,5x17 | 0.2 | |
|----------------------|--------------------|------------------------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------|------------|
| 5 | Ušica 1 | 6 | S235JRG2 | 70x35x50 | 0.4 | |
| 4 | U profil | 2 | S235JRG2 | 60x60x1060 | 10 | |
| 3 | Kvadratni profil 3 | 4 | S235JRG2 | 70x70x760 | 6 | |
| 2 | Kvadratni profil 2 | 4 | S235JRG2 | 70x70x480 | 4 | |
| 1 | Kvadratni profil 1 | 4 | S235JRG2 | 70x70x1200 | 11 | |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | |
| Projektirao | | 12.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Razradio | | 12.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Crtao | | 12.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 13H7 | +0.018 0 | Objekt: | | R. N. broj: | | |
| Ø 24H7 | +0.021 0 | Napomena: | | Smjer: konstrukcijski | | Kopija |
| Ø 27H7 | +0.021 0 | Debljina kvadratnih profila je 5mm | | ZAVRŠNI RAD | | |
| Materijal: S235 JRG2 | | Masa: 107.7kg | | | | |
| Mjerilo originala: | | Naziv: | | Pozicija: | | Format: A2 |
| 1:5 | | Nosiva konstrukcija | | 1 | | Listova: 1 |
| | | Crtež broj: ŠF-2017-01 | | List: 1 | | |

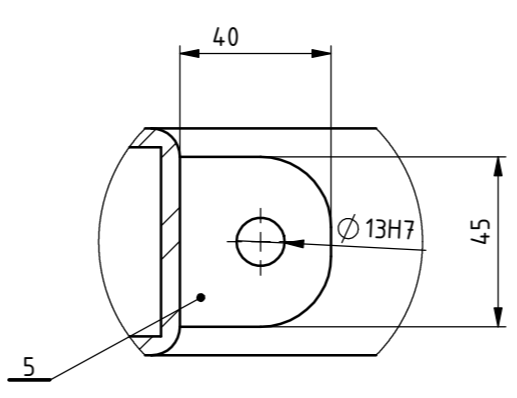




Detalj A
Mjerilo 1 : 2



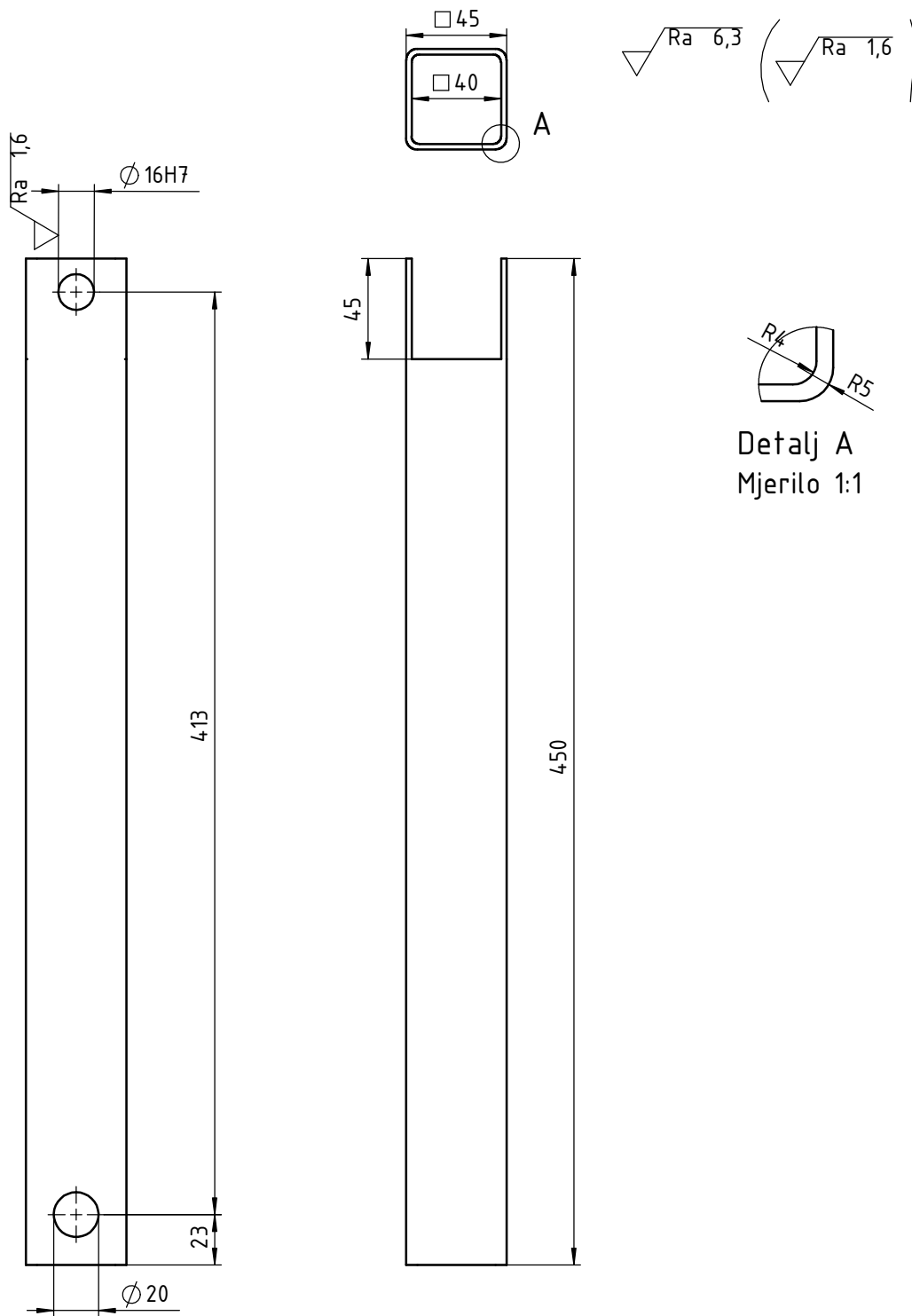
Detalj B
Mjerilo 1 : 2



Detalj C
Mjerilo 1 : 2

| 5 | Ušica | 1 | | S235JRG2 | 40x17x45 | 0.1 |
|-----------------------------------|--------------------|------------|------------------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| 4 | U profil | 2 | | S235JRG2 | 60x80x390 | 3.0 |
| 3 | Kvadratni profil 3 | 2 | | S235JRG2 | 60x60x390 | 4.1 |
| 2 | Kvadratni profil 2 | 1 | | S235JRG2 | 60x60x1600 | 10.4 |
| 1 | Kvadratni profil 1 | 1 | | S235JRG2 | 60x60x2000 | 16.4 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | |
| Projektirao | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Razradio | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Crtao | | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| Ø 13H7 | | | +0.018 0 | | R. N. broj: | |
| Napomena: Debljina profila je 5mm | | | | Smjer: konstrukcijski | | Kopija |
| Materijal: S235 JRG2 | | | | Masa: 41.1kg | | ZAVRŠNI RAD |
| Mjerilo originala: | | | Naziv: Pokretna konstrukcija | | Pozicija: 2 | Format: A2 |
| 1:5 | | | Crtež broj: ŠF-2017-02 | | Listova: 1 | |
| | | | | | List: 1 | |

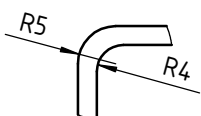
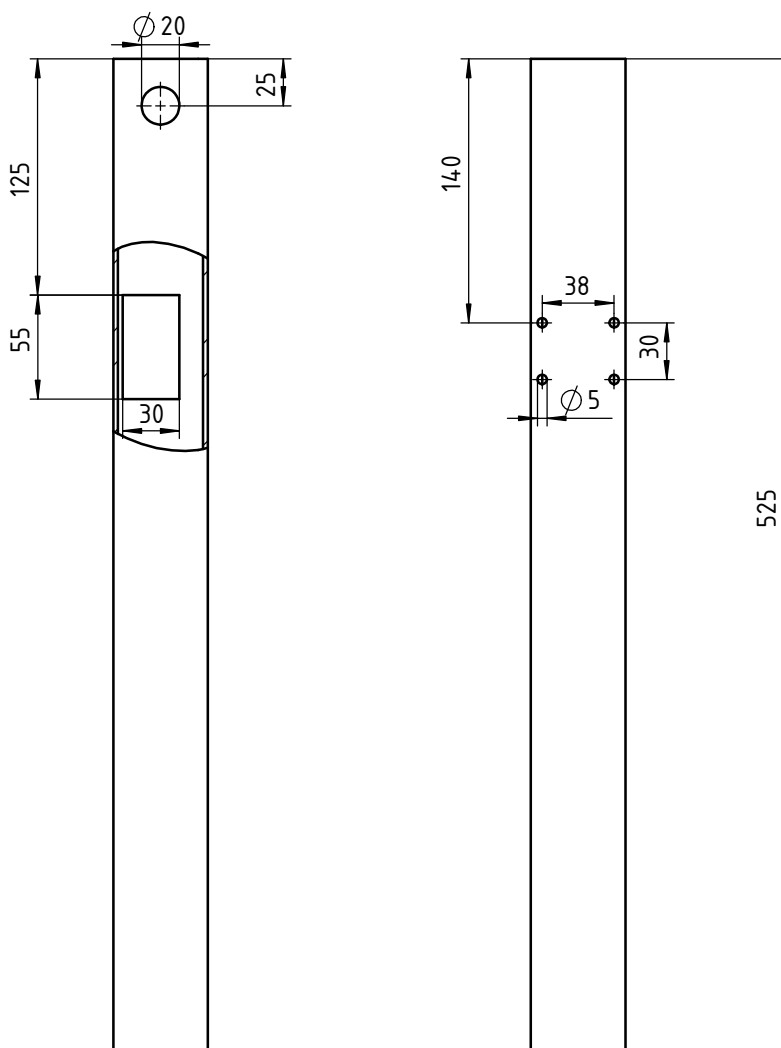




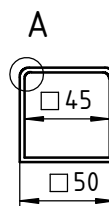
Detalj A
Mjerilo 1:1

| | | | | | | | |
|--------------------|--------|----------------------|------------------------|-------------|-----------------------|------------|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis | | |
| | | Projektirao | 14.09.2017. | Šimun Fofić | | | |
| | | Razradio | 14.09.2017. | Šimun Fofić | | | |
| | | Crtao | 14.09.2017. | Šimun Fofić | | | |
| | | Pregledao | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | | Objekt broj: | | |
| $\phi 16H7$ | +0,018 | | | | R. N. broj: | | |
| | 0 | | | | | | |
| | | Napomena: | | | Smjer: konstrukcijski | Kopija | |
| | | Materijal: S235 JRG2 | Masa: 1,7kg | ZAVRŠNI RAD | | | |
| | | | Naziv: | | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala: | Profil 1 | | | 8 | |
| | | 1:3 | Crtež broj: ŠF-2017-08 | | | Format: A4 | |
| | | | | | | Listova: 1 | |
| | | | | | | List: 1 | |

Design by CADLab

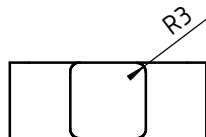
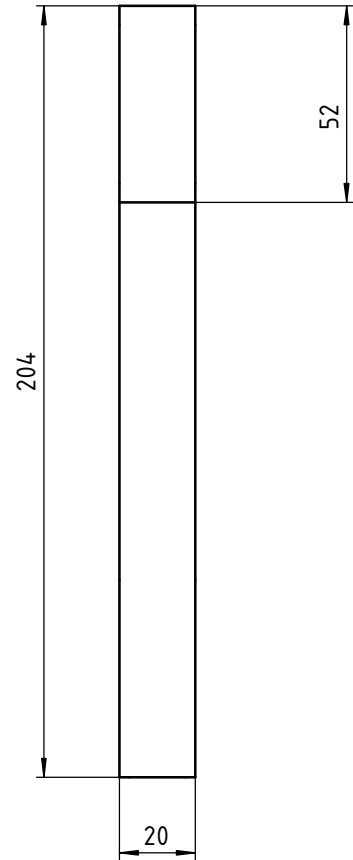
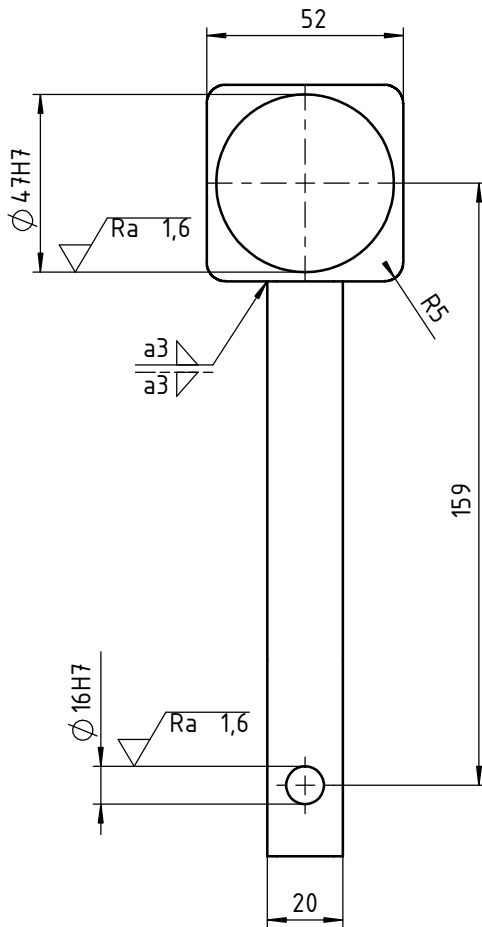



Detalj A
Mjerilo 1:1



| | | | | | |
|--------------------|------------------------|------------------------|---------------|-----------------------|------------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis | |
| | Razradio | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | |
| | Crtao | 13.09.2017 | Šimun Fofić | | |
| | Pregledao | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| | | | | R. N. broj: | |
| | Napomena: | | | Smjer: konstrukcijski | Kopija |
| | Materijal: S235 JRG2 | Masa: 2,1kg | ZAVRŠNI RAD | | |
| | Naziv: Profil 2 | | | | |
| | Mjerilo originala: 1:4 | Crtež broj: ŠF-2017-09 | | | Listova: 1 |
| | | | | | List: 1 |

$\sqrt{Ra\ 6,3}$ ($\sqrt{Ra\ 1,6}$)



| | | | | | | |
|--------------------|-------------|----------------------|---------------|--------------|---|------------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | Razradio | 12.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| | Crtao | 12.09.2017 | Šimun Fofić | | | |
| | Pregledao | | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | | |
| $\phi 16H7$ | +0.016 | Napomena: | | | R. N. broj: | |
| | 0 | | | | | |
| $\phi 47H7$ | +0.025 | Materijal: S235 JRG2 | | | Smjer: konstrukcijski | Kopija |
| | 0 | | | | | |
| | | Naziv: | | | Pozicija: | Format: A4 |
| | | Mjerilo originala: | | | 7 | |
| | | 1:2 | | | Crtež broj: | List: 1 |
| | | Mali hvatač | | | ŠF-2017-07 | |