

Traktorski priključak za uklanjanje panjeva

Mihaljević, Tomislav

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:235:072746>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-08-25**

Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Tomislav Mihaljević
0035190083

Zagreb, 2017.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Neven Pavković, dipl. ing.

Student:

Tomislav Mihaljević
0035190083

Zagreb, 2017.

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

Zahvaljujem se svom mentoru prof. dr. sc. Nevenu Pavkoviću, dipl.ing.stoj. koji mi je svojom pomoći i savjetima pomogao tijekom izrade ovog završnog rada. Također se zahvaljujem svima koji su na bilo koji način pomogli sa svojim savjetima tijekom izrade ovog rada.

Tomislav Mihaljević



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: **Tomislav Mihaljević** Mat. br.: 0035190083

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **TRAKTORSKI PRIKLJUČAK ZA UKLANJANJE PANJEVA**

Naslov rada na engleskom jeziku: **TRACTOR MONTED DEVICE FOR STUMP EXTRACTION**

Opis zadatka:

Koncipirati i konstruirati traktorski priključak za vađenje odnosno uklanjanje većih panjeva. Pri koncipiranju razmotriti različite načine uklanjanja - primjerice unakrsno i/ili kružno piljenje, drobljenje, iskapanje i sl. Uređaj treba izvesti kao nošeni traktorski priključak i koristiti pogon preko kardanskog vratila i traktorske hidraulike. Posebnu pažnju treba posvetiti sigurnosti rukovatelja strojem.

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 tehnološko 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

| | |
|--|-----|
| SADRŽAJ..... | I |
| POPIS SLIKA | III |
| POPIS TABLICA | V |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE | VI |
| POPIS OZNAKA | VII |
| SAŽETAK..... | X |
| SUMMARY | XI |
| 1. UVOD | 1 |
| 2. KARAKTERISTIKE TRAKTORA..... | 4 |
| 2.1. Općenito o traktorima | 4 |
| 2.2. Traktorski priključci | 5 |
| 2.3. Izazno vratilo traktora..... | 5 |
| 2.4. Izgled i dimenzije standardne trospojne veze..... | 7 |
| 2.5. Kuke i poteznice | 11 |
| 3. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA..... | 12 |
| 3.1. Analiza postojećih rješenja | 12 |
| 3.1.1. "Groundwork" | 12 |
| 3.1.2. "Erskine" | 13 |
| 3.1.3. "Blec" | 14 |
| 3.1.4. "A.s.e. equipments"..... | 15 |
| 3.1.5. Traktorski priključak napravljen u domaćoj radinosti..... | 15 |
| 3.2. Zaključak analize postojećih rješenja | 16 |
| 4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA | 17 |
| 5. MORFOLOŠKA MATRICA | 18 |
| 6. KONCEPTI | 23 |
| 6.1. Koncept 1..... | 23 |
| 6.2. Koncept 2..... | 24 |
| 6.3. Koncept 3..... | 25 |
| 6.4. Vrednovanje koncepata | 26 |
| 6.5. Dodatne skice uz odabrani koncept..... | 27 |
| 7. MODEL I DETALJI SKLAPANJA | 29 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8. | PREPORUKA IZBORA KARDANSKOG VRATILA..... | 33 |
| 9. | PRORAČUN | 35 |
| 9.1. | Osnovne specifikacije priključka..... | 35 |
| 9.2. | Remenski prijenos | 37 |
| 9.2.1. | Potreban broj remena | 37 |
| 9.2.2. | Kontrola učestalosti savijanja remena | 38 |
| 9.2.3. | Rezultirajuća sila remenskog prijenosa na vratilo | 38 |
| 9.3. | Kontrola vratila..... | 40 |
| 9.3.1. | Izlazno vratilo multiplikatora..... | 40 |
| 9.3.2. | Vratilo reznog diska..... | 40 |
| 9.4. | Kontrola ležaja..... | 44 |
| 9.5. | Broj vijaka potreban za prijenos momenta trenjem..... | 45 |
| 9.6. | Kontrola donjeg nosivog zavora na okvirnoj konstrukciji..... | 46 |
| 10. | ZAKLJUČAK | 50 |
| 11. | LITERATURA..... | 51 |

POPIS SLIKA

| | | |
|-----------|---|----|
| Slika 1. | Panj..... | 1 |
| Slika 2. | Sila potrebna za vađenje panjeva | 2 |
| Slika 3. | Stroj za razvrtavanje i drobilica | 2 |
| Slika 4. | Paljenje panjeva i primjena kemikalija za uklanjanje | 3 |
| Slika 5. | Traktor | 4 |
| Slika 6. | Motokultivator i freza..... | 4 |
| Slika 7. | Različiti traktorski priključci..... | 5 |
| Slika 8. | Izlazno vratilo traktora | 6 |
| Slika 9. | Kardansko vratilo | 7 |
| Slika 10. | Osnovni dijelovi trospojne veze | 7 |
| Slika 11. | Osnovne dimenzije priključka..... | 8 |
| Slika 12. | Osnovne dimenzije vezane uz podešavanje traktorskog prihvata | 9 |
| Slika 13. | Udaljenost izlaznog vratila do donjih pričvrstnih točaka | 10 |
| Slika 14. | Kuka i poteznica..... | 11 |
| Slika 15. | Groundwork razvrtavač | 12 |
| Slika 16. | Specifikacije "Groundwork" proizvoda..... | 13 |
| Slika 17. | Erskin drobilica | 13 |
| Slika 18. | Specifikacije "Erskin" proizvoda..... | 14 |
| Slika 19. | Blec drobilice | 14 |
| Slika 20. | Specifikacije "Blec" proizvoda..... | 15 |
| Slika 21. | "A.s.e." grabilica..... | 15 |
| Slika 22. | Traktorski priključak izveden u domaćoj radinosti..... | 16 |
| Slika 23. | Funkcijska dekompozicija..... | 17 |
| Slika 24. | Koncept 1 | 23 |
| Slika 25. | Koncept 2 | 24 |
| Slika 26. | Koncept 3 | 25 |
| Slika 27. | Sklop vratila i detalj reznog diska | 27 |
| Slika 28. | Zavarena konstrukcija remenice i aksijalno osiguranje veće remenice | 27 |
| Slika 29. | Pojednostavljeni oblik okvirne i nosive konstrukcije | 28 |
| Slika 30. | Model priključka za uklanjanje panjeva..... | 29 |
| Slika 31. | Vertikalni zglobovi sa detaljima veze na okvirnu konstrukciju | 29 |
| Slika 32. | Nosiva konstrukcija..... | 30 |
| Slika 33. | Podsklop multiplikatora i rezni podsklop..... | 30 |
| Slika 34. | Odabir reduktora/multiplikatora..... | 31 |
| Slika 35. | Radna sila cilindra | 31 |
| Slika 36. | Detalji zglobova hidrauličkih cilindara | 32 |
| Slika 37. | Detalj spajanja elemenata kućišta..... | 32 |
| Slika 38. | "Rayco Supertooth" rezni zubi | 32 |
| Slika 39. | Izbor vrijednosti kk | 33 |

| | |
|---|----|
| Slika 40. Unos parametara u online alat | 33 |
| Slika 41. Odabrano rješenje..... | 34 |
| Slika 42. Opterećenje vratila reznog diska | 40 |
| Slika 43. Tehničke karakteristike ležaja | 44 |
| Slika 44. Opterećenje nosivih zavara | 46 |
| Slika 45. Opterećenje donjeg nosivog zavara i redukcija sila na težište zavara..... | 47 |
| Slika 46. Dimenzije zavara..... | 48 |

POPIS TABLICA

| | |
|---|----|
| Tablica 1. Karakteristike izlaznog vratila traktora | 6 |
| Tablica 2. Podjela traktora prema snazi na izlaznom vratilu..... | 6 |
| Tablica 3. Osnovne dimenzije priključka | 9 |
| Tablica 4. Osnovne dimenzije vezane uz traktorski prihvat..... | 10 |
| Tablica 5. Udaljenost izlaznog vratila do donjih pričvrstnih točaka | 10 |
| Tablica 6. Vrednovanje koncepata | 26 |
| Tablica 7. Osnovne specifikacije priključka | 36 |

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

| BROJ CRTEŽA | NAZIV IZ SASTAVNICE |
|--------------------|---|
| TM-ZR-01 | Traktorski priključak za uklanjanje panjeva |
| TM-ZR-01-006 | Lim na kućištu multiplikatora |
| TM-ZR-02 | Sklop vratila |
| TM-ZR-02-001 | Vratilo |
| TM-ZR-02-002 | Rezni disk (bez montiranih zubi) |
| TM-ZR-02-004 | Prirubnički disk |
| TM-ZR-03 | Zavarena okvirna konstrukcija |
| TM-ZR-04 | Zavarena nosiva konstrukcija |
| TM-ZR-05 | Zavareni sklop vertikalnog zgloba |
| TM-ZR-06 | Zavareni sklop manje remenice |

POPIS OZNAKA

| NAZIV OZNAKE | MJERNA JEDINICA | OPIS OZNAKE |
|-----------------|--------------------|---|
| a | mm | stvarni razmak između remenica |
| a_t | mm | teoretski razmak između remenica |
| A_j | mm ² | površina presjeka jezgre vijka |
| b | - | odabrani broj vijaka prirubničkog diska |
| b_1 | - | faktor veličine dijela |
| b_2 | - | faktor površinske obrade |
| b_{min} | - | minimalni broj potrebnih vijaka prirubničkog diska |
| C_0 | kN | dinamička nosivost ležaja |
| C_1 | kN | dinamičko opterećenje ležaja |
| d | mm | promjer vratila u promatranom presjeku |
| d_f | mm | promjer na kojem se nalaze vijci prirubničkog diska |
| d_{REM1} | mm | promjer veće remenice |
| d_{REM2} | mm | promjer manje remenice |
| d_{DISK} | mm | promjer reznog diska |
| f | s ⁻¹ | učestalost savijanja remena |
| f_{dop} | s ⁻¹ | dopuštena učestalost savijanja remena |
| F | N | vlačna sila u vijcima prirubničkog diska |
| F_0 | N | obodna sila remenskog prijenosa |
| F_1 | N | sila u vučnom ogranku remena |
| F_2 | N | sila u slobodnom ogranku remena |
| F_R | N | rezultantna sila remenskog prijenosa na vratilo |
| F_{Rdop} | N | dopuštena radijalna sila na vratilu multiplikatora |
| F_A | N | reakcijska sila u ležaju A |
| F_B | N | reakcijska sila u ležaju B |
| F_{VIJ} | N | maksimalna vlačna sila u vijku |

| | | |
|------------------|----------|---|
| F_Z | N | sila koja opterećuje zavar |
| g | m/s^2 | ubrzanje sile teže |
| G_{REM} | N | težina veće remenice |
| G_1 | N | težina pokretnog dijela sklopa |
| G_2 | N | težina okvirne konstrukcije |
| i_{uk} | - | ukupni prijenosni omjer |
| i_{RED} | - | prijenosni omjer reduktora |
| i_{REM} | - | prijenosni omjer remenskog prijenosa |
| L | mm | odabrana standardna duljina remena |
| L_t | mm | teoretska duljina remena |
| $L_{10_h_min}$ | h | minimalni zahtjevani broj radnih sati ležaja |
| m_{REM} | kg | masa veće remenice |
| m_{uk} | kg | ukupna masa priključka |
| m_{okv} | kg | masa okvirne konstrukcije |
| M_s | Nmm | moment savijanja u promatranom presjeku vratila |
| M_{RED} | Nmm | reducirani moment na vratilu i u zavaru |
| M_{SFZ} | Nmm | moment savijanja koji djeluje na zavar |
| n_{TR} | s^{-1} | broj okretaja na izlaznom vratilu traktora |
| n_{DISK} | s^{-1} | broj okretaja reznog diska |
| n_{REM} | s^{-1} | broj okretaja promatrane remenice |
| n_m | s^{-1} | broj okretaja uležištenog vratila u min^{-1} |
| P | N | radijalno opterećenje ležaja |
| P_{TR} | W | snaga na izlaznom vratilu traktora |
| P_{DISK} | W | snaga na reznom disku |
| P_0 | W | snaga koju je potrebno prenijeti remenskim prijenosom |
| P_1 | W | snaga koja se može prenijeti jednim remenom |
| P_{REM} | W | snaga koja dolazi na remenski prijenos |
| r | - | potreban broj remena |
| R_m | N/mm^2 | vlačna čvrstoća |

| | | |
|---------------------|----------|--|
| R_e | N/mm^2 | granica tečenja |
| S | - | sigurnost u promatranom presjeku vratila |
| T_{DISK} | Nmm | torzijski moment na reznome disku |
| T_{REM} | Nmm | torzijski moment na promatranj remenici |
| v_0 | m/s | obodna brzina na reznom disku |
| W | mm^3 | moment otpora u promatranom presjeku vratila |
| α_0 | - | faktor čvrstoće vratila |
| β | $^\circ$ | obuhvatni kut remena na promatranj remenici |
| β_{kf} | - | savojni faktor zareznog djelovanja |
| $\beta_{kt1,4}$ | - | torzijski faktor zareznog djelovanja |
| ε | - | faktor teorijskog dodira kod ležaja |
| φ | $^\circ$ | kut utora na remenici |
| η_M | - | stupanj korisnog djelovanja multiplikatora |
| η_{REM} | - | stupanj korisnog djelovanja remenskog prijenosa |
| η_L | - | stupanj korisnog djelovanja po ležaju |
| σ_{fDN} | N/mm^2 | trajna dinamička čvrstoća kod savijanja $r=-1$ |
| σ_f | N/mm^2 | normalno savojno naprezanje u promatranom presjeku vratila |
| σ_{max} | N/mm^2 | maksimalno normalno naprezanje |
| $\sigma_{D(-1)dop}$ | N/mm^2 | dopušteno normalno naprezanje za čisti naizmjenični ciklus |
| $\sigma_{Dv(0)dop}$ | N/mm^2 | dopušteno vlačno normalno naprezanje za čisti istosmjerni ciklus |
| μ | - | faktor trenja između remena i remenice |
| μ_k | - | korigirani faktor trenja za klinasti remen |
| τ_{tDI} | N/mm^2 | trajna smična dinamička izdržljivost za čisti istosmjerni ciklus |
| τ_{FZ} | N/mm^2 | smično naprezanje uslijed sile F_Z |
| τ_F | N/mm^2 | smično naprezanje uslijed sile F |
| τ_{uk} | N/mm^2 | ukupno smično naprezanje |
| τ_{max} | N/mm^2 | maksimalno smično naprezanje |

SAŽETAK

Ovaj završni rad prikazuje proces razvoja i konstruiranja nošenog traktorskog priključka za uklanjanje panjeva pogonjenog preko kardanskog vratila i traktorske hidraulike.

Na početku rada nalazi se analiza tržišta i postojećih rješenja te funkcijska struktura proizvoda. Za navedene potrebne funkcije proizvoda su u morfološkoj matrici dani prijedlozi rješenja te su na temelju toga generirana tri koncepta. Vrednovanjem je odabran najbolji koncept te je isti u potpunosti razrađen.

Za odabran koncept izrađen je 3D model, proveden potreban proračun te izrađena tehnička dokumentacija u zadanom opsegu.

Ključne riječi: traktor, traktorski priključak, uklanjanje panjeva

SUMMARY

This bachelor thesis shows the process of developing and designing a tractor attachment for stump removal. The attachment was to be driven by cardan shaft and tractor hydraulics.

In the beginning of the thesis market analysis and functional structure of the product was given. For the stated product functions several different solutions were given in morfological matrix. Several product concepts were given based on that and the best was chosen. The chosen concept was then fully elaborated.

For the chosen concept 3D model was made, alongside with required calculations and technical documentation. Technical documentation was made in foreseen scope.

Key words: tractor, tractor attachment, stump removal

1. UVOD

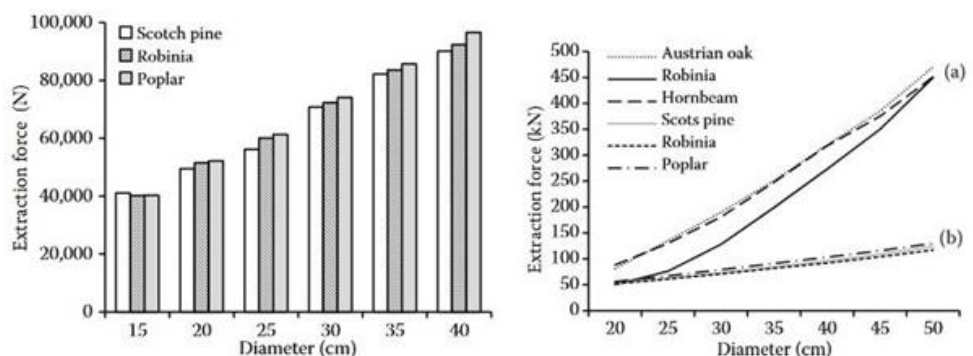
Nakon što se stablo sruši panj je mali ostatak debla iznad zemlje sa korijenjem u zemlji. Panjevi su često sposobni regenerirati se pomoću malih izbojaka koji s vremenom izrastu u mlado stablo. Ovisno o tome da li se drvo želi ukloniti za stalno ili se očekuje regeneracija to može biti poželjna i nepoželjna pojava. Često se uz sadnju koristi kod upravljanja šumama kako bi se pomladio neki dio šume. Ukoliko se stablo ipak želi ukloniti za stalno potrebno je ukloniti panj i eventualno korijenje kako bi se eliminirala mogućnost regeneracije. Ponekad se panjevi vade iz zemlje pomoću posebnih



Slika 1. Panj

grabilica i kuka kako bi dalje iskoristili kao gorivo u obliku biomase za odgovarajuće pogone. Najčešće se ipak uklanjaju bez svrhe daljnje uporabe. Ovisno o tome koliki je broj panjeva potrebno ukloniti postoji više metoda za uklanjanje panjeva. Pojedačni panjevi najčešće se uklanjaju ručno ili kemijskim putem, a za industrijsku primjenu razvijeno je više tipova mehaničkih strojeva pogonjeih bilo vlastitim motorom, preko traktora ili nošenih i pogonjenih bagerima. Slijedi općeniti prikaz pojedinih tipova uklanjanja.

- **ručno uklanjanje** – najčešće primjenjivan postupak za uklanjanje pojedninačnih manjih panjeva. Potrebno je koristiti više različitih alata poput sjekira, štihaca, lopata, ručnih pila, krampova, poluga i slično. Prvi korak je najčešće otkopati zemlju oko panja i korijenja do određene dubine, zatim slijedi sjekinom ili pilom presjeći veće korijenje te nakon toga izvaditi panj ručno, vučom pomoću sajle, pomoću poluge i slično.
- **vađenje pomoću bagera i bagerom nošenih grabilica** – postupak koji panjeve uklanja u cijelosti zajedno sa većim dijelom korijenja. Koristi se kada se panjevi planiraju upotrijebiti za proizvodnju biomase ili kada je riječ o manjim panjevima i kada je korištenje takve skupe i teške opreme vremenski isplativo. Problem kod takvog uklanjanja panjeva je velika sila potrebna za vađenje panjeva koja je prema [24] direktno ovisna o promjeru i vrsti stabla kao što je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 2. Sila potrebna za vađenje panjeva

- **uklanjanje panjeva strojevima za razvrtavanje/bušenje i drobilicama** – najbrži način uklanjanja panjeva i zbog toga najčešći u industrijskoj primjeni. Razvrtavači koriste veću snagu, montiraju se na veće traktore ili bagere, a panj uklanjaju pomoću velikog svrdla za razvrtavanje. Drobilice su primjerenije traktorima manjih snaga. Rade na način da pogone rezni disk sa montiranim izmjenjivim reznim zubima te tako panj samelju u piljevinu. Oba tipa stroja su sposobni panj uklanjati do određene dubine u zemlji.



Slika 3. Stroj za razvrtavanje i drobilica

- **paljenjem** – za ovaj način uklanjanja panjeva potrebno je u panju izbušiti rupe sa svrdlom velikog promjera, zatim u rupe uliti gorivo sredstvo, najčešće kerozin ili loživo ulje te pričekati tjedan do dva, ovisno o veličini panja, kako bi se gorivo upilo. Zatim se te rupe pale šibicama, panj izgara te nakon par dana ostaju samo ostaci gorenja. Postupak se primjenjuje za manje i srednje velike panjeve te je prilikom izvođenja potrebno paziti na djecu i životinje.
- **kemikalijama** – ovim postupkom ubrzava se raspad / truljenje panjeva kemijskim putem. Postoji više tipova kemikalija koje se koriste u ovu svrhu. Za ubrzavanje postupka raspadanja najčešće se koristi kalijev nitrat, a kemijska gnojiva bogata dušikom potiču razvoj bakterija koje olakšavaju postepeni raspad. Potrebno je, kao i kod paljenja, izušiti rupe svrdlom velikog promjera te u njih uliti kemikalije pomiješane sa vodom i ostaviti da djeluje tjednima pa

čak i mjesecima te stoga postupak nije primjeren za korištenje tamo gdje je potrebno panj ukloniti brzo. Nakon djelovanja kemikalija panj se lako uklanja pomoću sjekira, krampa i sličnih alata. Također je potrebno zaštititi panj tijekom djelovanja kemikalija radi sigurnosti djece i životinja.



Slika 4. Paljenje panjeva i primjena kemikalija za uklanjanje

2. KARAKTERISTIKE TRAKTORA

2.1. Općenito o traktorima

Traktor je motorno vozilo konstruirano za razvijanje velikih okretnih momenata i velike sile trenja s podlogom pri malim brzinama vožnje. Služe za vuču, guranje, nošenje i pogon izmjenjivih priključaka. Upravo radi univerzalnosti, odnosno velikog broja različitih dostupnih priključaka, a samim time i velikog broja zadataka koje može obavljati, najzastupljeniji je stroj u poljoprivredi. Konstruiran je na način da u radu ostvaruje veliku normalnu silu na stražnje, pogonske kotače što u kombinaciji sa veličinom kotača i vrstom guma pridonosi ostvarenju velike vučne sile. Gume na stražnjim kotačima su obično tzv. ripnjače, a na prednjim su kotačima poljsko-cestovne ili također ripnjače. Osim s kotačima postoje i traktori s gusjenicama. Kao gorivo se najčešće koristi benzin, dizel ili biodizel. Snagu, osim što koriste za pogon, šalju i na izlazno vratilo preko kojeg se snaga odvodi nošenim/vučenim priključcima ako je potrebno.



Slika 5. Traktor

Prema konstrukciji traktori se dijele na dvoosovinske koji imaju pogon na stražnje kotače ili na sva četiri kotača te na jednoosovinske traktore koji imaju dva kotača ili su bez kotača (motokultivatori). Motokultivatori su konstruirani kao ručni strojevi kojima se direktno upravlja pomoću ručica. Osnovni radni dio im je rotor, odnosno freza. Skidanjem freze mogu se postaviti kotači pa se on onda pretvara u jednoosovinski traktor koji može služiti za vuču pluga i drugih oruđa, a može se koristiti i u transportu sa odgovarajućom prikolicom.



Slika 6. Motokultivator i freza

Prema namjeni traktori se mogu podijeliti na univerzalne poljske, voćarsko vinogradarske, vrtlarske, šumarske...

Prema snazi mogu se podijeliti na lake (do 37 kW), srednje (37-110 kW) i teške traktore (više od 110 kW).

2.2. Traktorski priključci

Traktorski priključci dijele se na vučene, polunošene i nošene. Vučeni priključci na traktor se priključuju u jednoj točki, zgloбно, a u radu i transportu oslanjaju se na vlastite vozne uređaje (kotače). Polunošeni priključci priključuju se na traktor u dvije točke, na donje traktorske poluge koje se mogu podizati i spuštati hidraulikom, a zadnji dio priključka oslanja se na vlastite vozne uređaje. Nošeni priključci priključuju se na traktor u tri točke, na trozglobnu poteznicu, a u radu i transportu nošeni su traktorom i nemaju vlastite vozne uređaje. Na traktore se najčešće priključuju poljoprivredni priključci poput plugova, drljača, prikolica, cisterni za navodnjavanje, malčera, kosa i slično.



Slika 7. Različiti traktorski priključci

2.3. Izazno vratilo traktora

Prijenos snage od traktora kao pogonskog stroja na razne nošene, polunošene i vučene priključke kao radne strojeve obavlja se preko ozubljenog izlaznog vratila (eng. "power take-off", *PTO*). Snaga motora na priključno vratilo prenosi se direktno, nezavisnom, tj. odvojenom transmisijom. Vratilo se najčešće nalazi na stražnjoj strani traktora, a na nekim modelima traktora može se nalaziti i na prednjoj ili na obe strane traktora. Kod poljoprivrednih strojeva izlaz snage definiran je normama ISO 500-1, ISO 500-2 i ISO 500-3, gdje se norma ISO 500-3 odnosi na dimenzije i položaj izlaznog vratila.



Slika 8. Izlazno vratilo traktora

Broj okretaja standardiziran je te najčešće iznosi 540 okr/min s tim da svaki proizvođač deklarira pri kojem se broju vrtnje motora ostvaruje deklarirani broj okretaja *PTO*-a. Za traktore veće snage kao standard primjenjuje se 1000 okr/min, a postoje i dvobrzinska izlazna vratila sa 540 i 1000 okr/min. Bitan je i smjer vrtnje izlaznog vratila, a definiran je tako da se vratilo vrti u smjeru kazaljke na satu kada se gleda stojeći iza traktora.

| Broj okretaja [okr/min] | Broj zuba | Promjer vratila [mm] |
|-------------------------|-----------|----------------------|
| 540 | 6 | 34,9 |
| 1000 | 21 | 34,9 |
| | 20 | 44,45 |

Tablica 1. Karakteristike izlaznog vratila traktora

Prema snazi koja se šalje na izlazno vratilo traktore prema normi ISO-730 dijelimo na 7 kategorija:

| Kategorija | 1N | 1 | 2 | 3N | 3 | 4N | 4 |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|
| Snaga <i>PTO</i> [kW] | do 35 | do 48 | 30-92 | 60-185 | 60-185 | 110-350 | 110-350 |

Tablica 2. Podjela traktora prema snazi na izlaznom vratilu

Snaga se od izlaznog vratila traktora do radnog stroja, priključka, najčešće prenosi pomoću zglobnog vratila (kardana). Ako je potrebno ostvariti sikroni prijenos koristi se međuvratilo sa dva kardanska zgloba i pritom mora biti zadovoljen uvjet da kut između pogonskog vratila i međuvratila te kut između međuvratila i gonjenog vratila mora biti jednak. Kod prijenosa snage puno pažnje potrebno je posvetiti sigurnosti budući da je velik broj nesretnih slučajeva kroz povijest. Najčešće je uzrok taj da se dio odjeće radnika zaplete u rotacijske dijelove. Zato je potrebno korisnika zaštititi od rotacijskih dijelova, što se najčešće osigurava pomoću zaštitnih limova, kućišta, cijevi i slično kako bi u radu rotacijski dijelovi

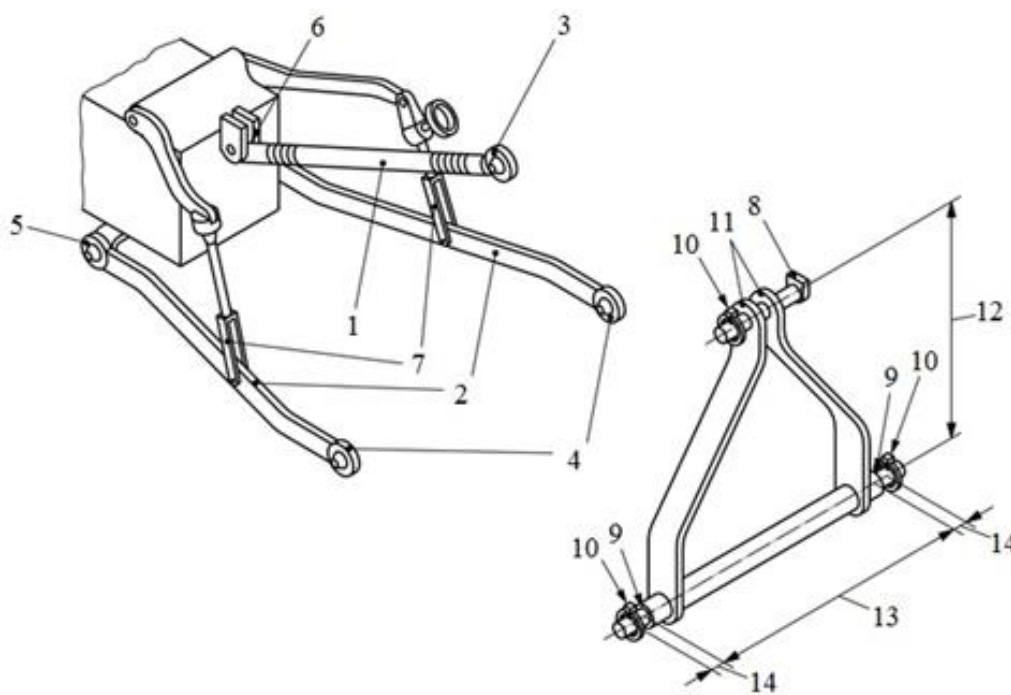
bili nedostupni radniku. Takav način zaštite vidljiv je i na primjeru međuvratila sa dva kardanska zgloba na sljedećoj slici.



Slika 9. Kardansko vratilo

2.4. Izgled i dimenzije standardne trospojne veze

Traktorski nosač u tri točke standardiziran je (ISO–730) način spajanja različitih nošenih i polunošenih priključaka na traktor. Osmišljen je i prvi put predstavljen od strane Harrya Fergusona još 1920–ih godina. Takav način spoja sastoji se od tri pomična nosača, dva donja nosača i jednog gornjeg nosača. Donja dva nosača pomiču se pomoću hidrauličkih cilindara te na taj način osiguravaju vertikalni pomak nošenog priključka. Pomoću gornjeg nosača osigurava se pravilan nagib nošenog priključka. Ovakav način spajanja tvori krutu vezu, statički definiranu, a dodatna joj je prednost ta što se prilikom vuče priključka u radu javlja reakcijski moment koji osigurava veću normalnu silu stražnjih kotača na podlogu te na taj način pozitivno djeluje na smanjenje proklizavanja pri najvećem opterećenju. Na krajevima nosača nalaze se točke spoja u kojima se osiguravaju noseće osovine priključka. Osnovni dijelovi prikazani su na sljedećoj slici.

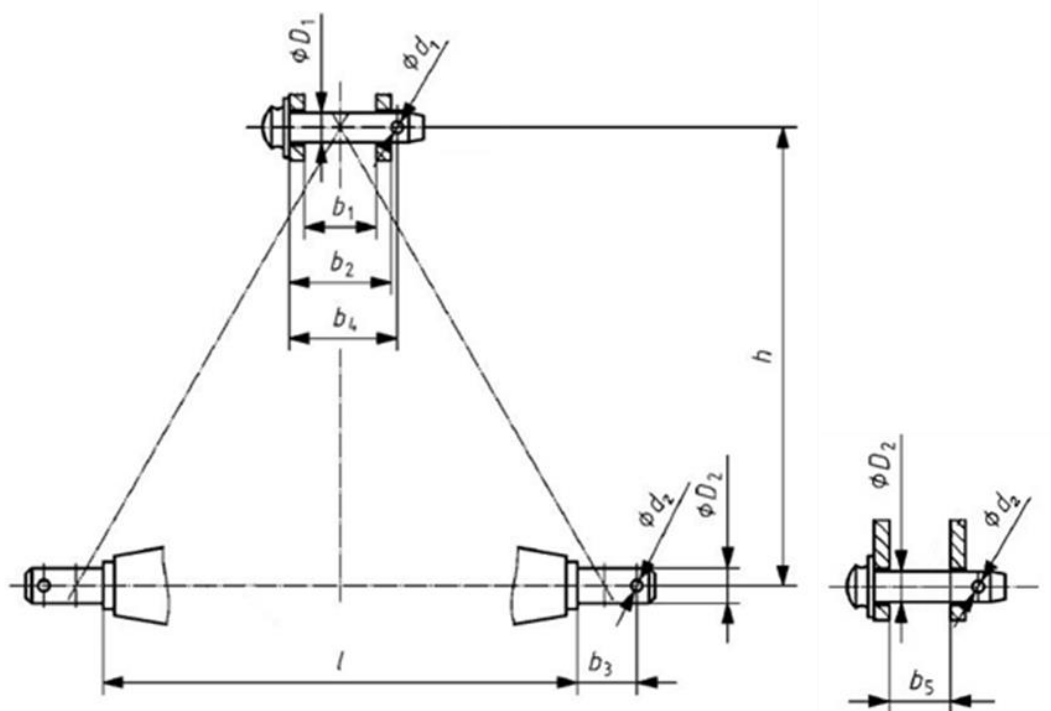


Slika 10. Osnovni dijelovi trospojne veze

Kazalo:

- 1 - gornja poluga
- 2 - donja poluga
- 3 - gornja točka kačenja
- 4 - donja točka kačenja
- 5 - veza donje poluge i traktora
- 6 - veza gornje poluge i traktora
- 7 - nosač za upravljanje donjim polugama
- 8 - svornjak gornje točke kačenja
- 9 - rukavac donje točke kačenja
- 10 - osigurač
- 11 - nosač priključka
- 12 - visina nosača priključka
- 13 - razmak donjih upornih točaka
- 14 - širina donjih upornih mjesta

Osnovne dimenzije priključka bitne za spoj na traktor prikazane su na sljedećoj slici, a vrijednosti dane u tablici. Na slici je vidljivo da za donje mjesto spoja postoje dvije izvedbe, ovisno o dostupnom prihvatima na traktoru.

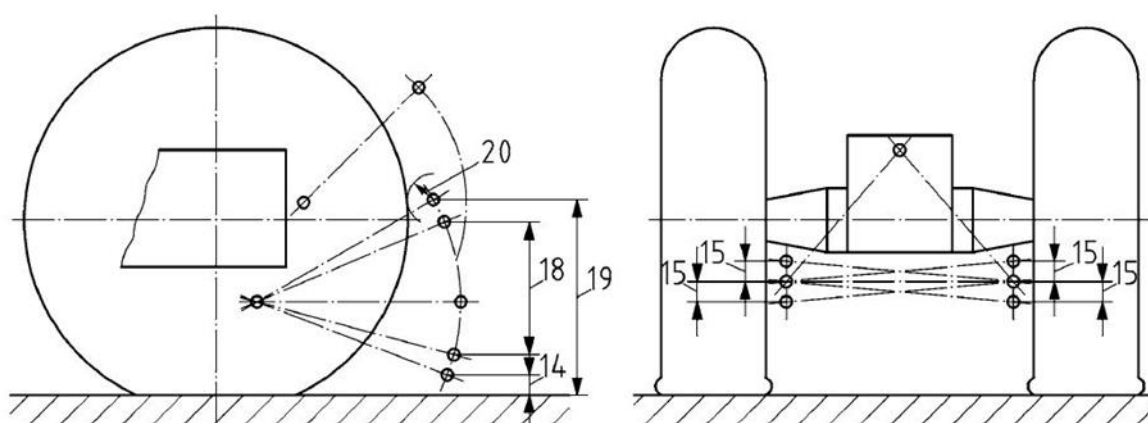


Slika 11. Osnovne dimenzije priključka

| Kategorija | Osnovne dimenzije priključka [mm] | | | | | | | | |
|------------|-----------------------------------|---------------|-------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------------|-------------|
| | ØD_1 | ØD_2 | min Ød_1 | min Ød_2 | b_1 | b_3 | b_5 | $h \pm 1,5$ | $l \pm 1,5$ |
| 1N | 19 | 22 | 12 | 12 | 52 | 49 | 65 | 360 | 400 |
| 1 | 19 | 22 | 12 | 12 | 52 | 49 | 65 | 460 | 683 |
| 2 | 25,5 | 28 | 12 | 12 | 52 | 49 | 65 | 610 | 825 |
| 3N | 31,75 | 36,6 | 12 | 17 | 52 | 52 | 72,5 | 685 | 825 |
| 3 | 31,75 | 36,6 | 12 | 17 | 52 | 52 | 72,5 | 685 | 965 |
| 4N | 45 | 50,8 | 17 | 17 | 65 | 68 | 96,5 | 685 | 952 |
| 4 | 45 | 50,8 | 17 | 17 | 65 | 68 | 96,5 | 1100 | 1166,5 |

Tablica 3. Osnovne dimenzije priključka

Osnovne dimenzije vezane uz mogućnost podešavanja traktorskog prihvata i zahtijevane dimenzije prilikom rada i transporta prikazane su na sljedećoj slici, a vrijednosti dane u sljedećoj tablici.



Slika 12. Osnovne dimenzije vezane uz podešavanje traktorskog prihvata

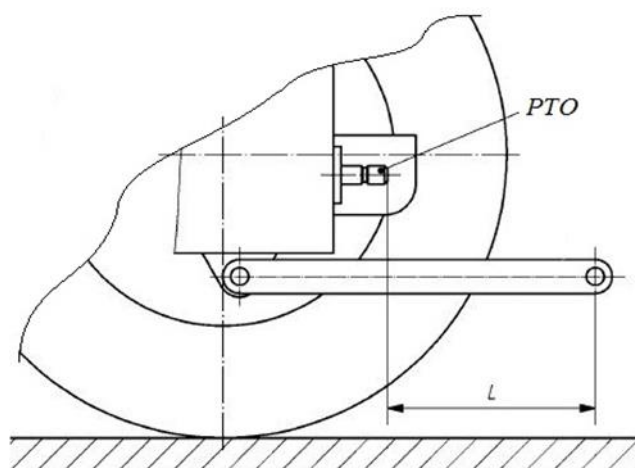
Kazalo:

- 14 – visina donjih pričvrstnih točaka u najnižem položaju
- 15 – mogućnost podešavanja donjih pričvrstnih točaka
- 18 – raspon vertikalnog pomaka
- 19 – transportna visina
- 20 – radijalna udaljenost od osi gornje točke kačenja do vanjskog promjera gume, blatobrana ili nekog drugog dijela traktora mjerena za vrijeme transporta

| Kategorija | Dimenzije dane na slici [mm] | | | | |
|------------|------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| | 14 (max) | 15 (min) | 18 (min) | 19 (min) | 20 (min) |
| 1N | 200 | 75 | 610 | 600 | 90 |
| 1 | 200 | 100 | 610 | 820 | 100 |
| 2 | 230 | 100 | 650 | 950 | 100 |
| 3N | 230 | 125 | 735 | 1065 | 100 |
| 3 | 230 | 125 | 735 | 1065 | 100 |
| 4N | 230 | 150 | 760 | 1200 | 100 |
| 4 | 230 | 150 | 760 | 1200 | 100 |

Tablica 4. Osnovne dimenzije vezane uz traktorski prihvat

Udaljenost od krajnje točke izlaznog vratila do osi donjih točaka kačenja kada se donje poluge nalaze u horizontalnoj ravnini prikazana je na sljedećoj slici, a vrijednosti dane u sljedećoj tablici.



Slika 13. Udaljenost izlaznog vratila do donjih pričvrstnih točaka

| Kategorija | 1N | 1 | 2 | 3N | 3 | 4N | 4 |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| L [mm] | 300-375 | 500-575 | 550-625 | 575-675 | 575-675 | 575-675 | 575-675 |

Tablica 5. Udaljenost izlaznog vratila do donjih pričvrstnih točaka

2.5. Kuke i poteznice

Kuka predstavlja najjednostavniji i najrasprostranjeniji način spajanja priključnih uređaja na vozilo. Koristi se isključivo za vuču priključaka, najčešće prikolica, a glavna prednost joj je ta što priključni uređaj ne mora uvijek biti u liniji pogonskog vozila.



Slika 14. Kuka i poteznica

3. ANALIZA POSTOJEĆIH RJEŠENJA

3.1. Analiza postojećih rješenja

3.1.1. "Groundwork"

Nudi četiri rotorske "bušilice" koje se montiraju na traktor i služe za uklanjanje panjeva i palih stabala. Omogućuju bušenje do 950 mm dubine u zemlji. Konstrukcija je od čelika povišene čvrstoće, a noževi od čelika otpornog na trošenje što omogućava vađenje i do 1000 panjeva bez zamjene noževa. U slučaju da je promjer panjeva veći od promjera bušilice moguće je bušiti na više različitih lokacija na samome panju. Strojem se upravlja sa vozačevog mjesta u traktoru, rotacija noževa je oko vertikalne osi, a pomaci također vertikalni što omogućuje rad u tjesnim prostorima. U standardnoj izvedbi uređaju se snaga dovodi preko kardanskog vratila, postoji automatski limitator okretnog momenta, noge za potporanj, a samo bušenje je promjera 850 mm. U opcionalnoj izvedbi koristi se kardansko vratilo sa dva zgloba, automatski limitator okretnog momenta, hidrauličke noge za potporanj, hidraulički prijenos, a bušenje je promjera 1000 mm. Za vađenje panjeva treba u prosjeku oko 2 minute.



Slika 15. Groundwork razvrtavač

Također su dostupne izvedbe sa cilindrom. Dostupne veličine cilindra su: 320 mm, 370 mm, 450 mm i 500 mm u promjeru. Priključak u obliku cilindra čini ekstrakciju brзом i jednostavnom. Specifikacije proizvoda dane su na sljedećoj slici.

| Model | 80/100 | 100/130 | 130/160 | Rotor S |
|----------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------------|
| Absorbed Power | 80/100 HP (59/74 Kw) | 100/130HP (74/95 kw) | 130/160 HP (95/120kw) | 105/250 HP (80/183 kw) |
| Power intake | 1000 rpm. | 1000 rpm | 1000 rpm | 540/1000 rpm |
| Dimensions cm | 230x120x170 | 230x120x170 | 250x120x170 | |
| Weight kg | 1000 min | 1200 min | 1400 min | 2600 min |
| Depth max | 950mm | 950mm | 950mm | 950mm |
| Cylinder Core | 325mm | 370mm | 400mm | 500mm |
| Drill diameter | 700mm | 850mm | 850mm | 1200mm |

Slika 16. Specifikacije "Groundwork" proizvoda

3.1.2. "Erskine"

Nude dva različita modela drobilica, 24 inčni i 34 inčni. Montiraju se na traktor, a rade na principu da pomoću rotirajućeg diska sa montiranim noževima drobe, samelju panj. Precizno vertikalano i horizontalno pozicioniranje vrši se pomoću hidrauličkih cilindara. Stabilizator služi kako bi se ublažile reakcijske sile koje se prenose na traktor. Snaga se prenosi preko ozubljenog vratila traktora u sam uređaj. Predviđen je za traktore od 30 do 90 HP. Horizontalni luk po kojem se pomiče disk iznosi do 65 stupnjeva. Sadrži zamjenjive zube, a ukoliko je potrebno nude se i ručice za kontrolu montirane na samom uređaju.



Slika 17. Erskin drobilica

Specifikacije proizvoda u ponudi dane su na sljedećoj slici.

| SPECIFICATIONS / OPTIONS | | |
|----------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Model | 24" | 34" |
| Part Number | 920089 | 920090 |
| Recommended HP | 30-50 | 50-80 |
| Maximum HP | 60 | 90 |
| Hydraulic GPM | 5-20 GPM | 5-20 GPM |
| Rotor Size | 24" | 34" |
| Number of Teeth | 34 | 54 |
| Tooth Construction | Carbide steel bolt-in | Carbide steel bolt-in |
| Cutting Wheel Speed | 810 RPM | 810 RPM |
| Cutting Height | 18" above ground | 25" above ground |
| Cutting Depth | 8" below ground | 14" below ground |
| Maximum Cutting Depth (per pass) | 6" | 9" |
| Maximum Horizontal Cut | 22" | 32" |
| Swing Arc | 65° | 65° |
| Hub Torque | 803 ft. lb. | 803 ft. lb. |
| Over Torque Protection | Slip clutch | Slip clutch |
| Hitch Category | Cat. I or II | Cat. I or II |
| Remotes Required (hydraulic) | 1 or 2 | 2 |
| Requires 12 Volt DC | No | No |
| Input Speed | 540 | 540 |
| Shipping (weight/width/length) | 864 lb./40"/42" | 1,231 lb./48"/53" |
| Options | | |
| External Control | | |
| Replacement Teeth (each) | | |
| Factory Installed Couplers | | |

Slika 18. Specifikacije "Erskin" proizvoda

3.1.3. "Blec"

Nude dva modela drobilica. Prikladni su za traktore od 20 do 80 HP. Bočni pomak diska za drobljenje veći je od 1 m. Manji model prikladan je za traktore sa manje konjskih snaga, koristi i remenski prijenos, ima manji disk te je zaštitnu gumu kako bi se korisnik zaštitio od odstranjenih čestica panja. Pomicanje stroja izvedeno je hidraulikom. Rezni zubi su izmjenjivi.



Slika 19. Blec drobilice

Specifikacije proizvoda dane su na sljedećoj slici.

| Model | SG100 | SG36 |
|-------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| Tractor hp req | 20 – 45hp | 40-80 |
| Hydraulic valve req | Yes – 1 single or double acting | 2 Double acting |
| Grinding wheel swing distance | 110cm | 100cm |
| Grinding wheel diameter | 35cm | 91cm |
| Number of finger teeth | 8 | 42 |
| Cutting depth below ground | 25cm | 30cm |
| Weight kg | 325kg | 420kg |
| Dimensions cm W x L x H | 90 x 145 x 105 | 110 x 200 x 115cm |
| Commodity code 8436 8010 | | |
| | | |
| | | |

Slika 20. Specifikacije "Blec" proizvoda

3.1.4. "A.s.e. equipments"

Vađenje panja vrši se na način da se panj uhvati grabilicom i odstrani iz zemlje. Ovakvo rješenje zbog načina rada, veličine uređaja i sila potrebnih za vađenje nije primjereno traktorskim priključcima već bagerima. Ovakav uređaj može rezati, povlačiti, izvlačiti i nositi panjeve kako bi se olakšalo rukovanje i transport. Moguće je vaditi panjeve do 600 mm u promjeru. Ovakav način vađenja razlikuje se od prethodnih jer panj ostaje u komadu, ne uništava se.



Slika 21. "A.s.e." grabilica

3.1.5. Traktorski priključak napravljen u domaćoj radinosti

Priključak radi na principu poluge i kliješta. Panj/drvo se uhvati za obod pomoću kliješta (u ovom slučaju nisu pomična) te se pomoću hidrauličkog cilindra/vretena preko poluge stvara potrebna sila za izvlačenje. Pritom je cijeli priključak oslonjen na podlogu vlastitim nogama kako se sile nebi prenijele na pogonski stroj, traktor.



Slika 22. Traktorski priključak izveden u domaćoj radinosti

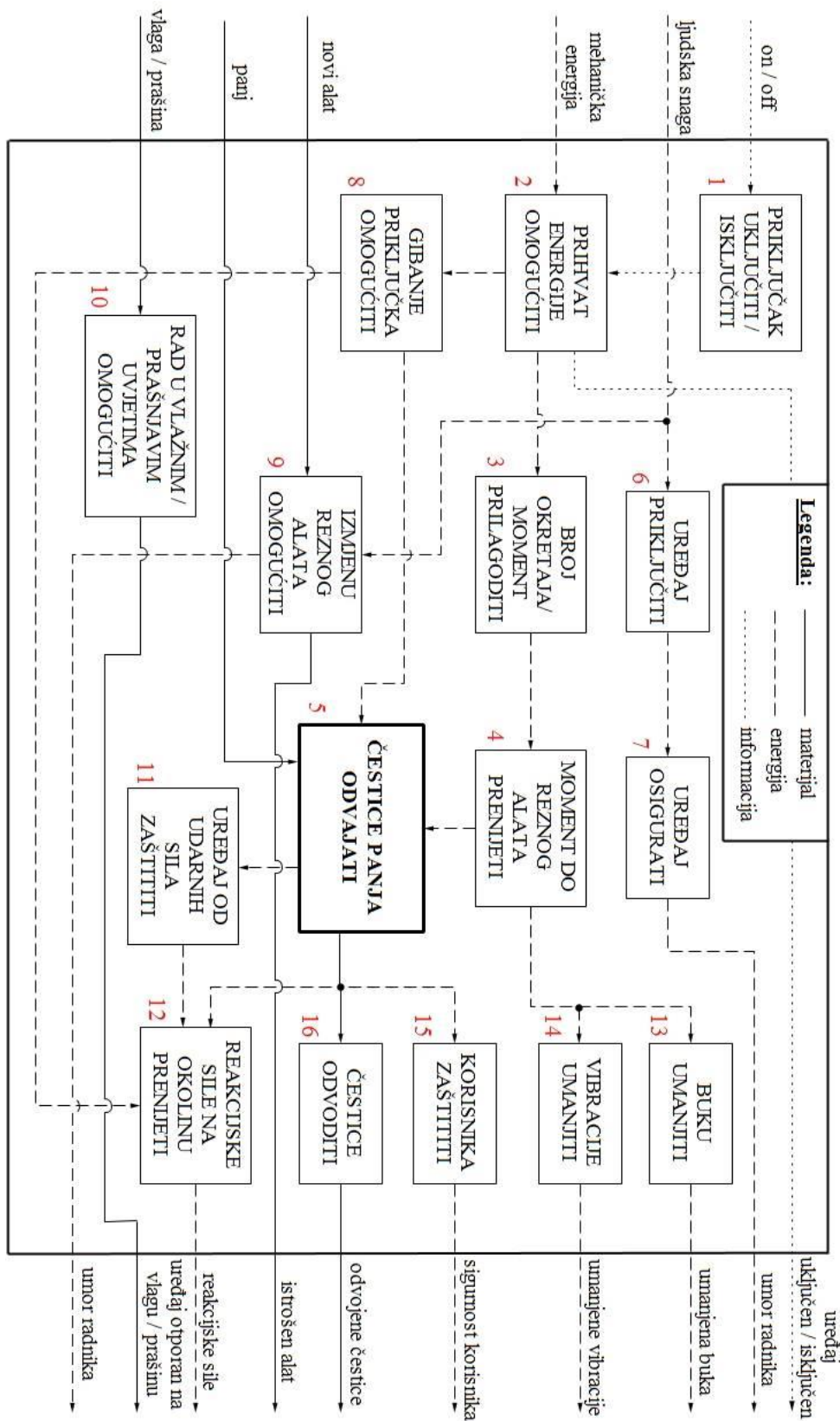
3.2. Zaključak analize postojećih rješenja

Analiza tržišta pokazala je da na tržištu prevladavaju dvije izvedbe strojeva za uklanjanje panjeva nošene i pogonjene traktorom. Prvi tip strojeva panjeve uklanja razvrtavanjem poput velike bušilice, dok drugi tip panjeve melje, drobi. Vađenje panjeva pomoću grabilice navedeno je kao primjer rješenja za uklanjanje panjeva u cjelosti na način da se panj uhvati ispod površine zemlje pomoću grabilice koja pritom reže dio korijenja, a prilikom izvlačenja trga preostalo vežuće korijenje. Međutim, spomenuta izvedba nije prikladna za traktorske priključke jer je sila za vađenje panjeva velika kao što je prikazano na dijagramima u uvodu. U nastavku ću navesti neke prednosti odnosno nedostatke pojedinih izvedbi kako bih lakše odabrao daljnji smjer razvoja.

- razvrtavanje
 - +brže uklanjanje
 - +veća dubina uklanjanja
 - +vetikalno uklanjanje (manje repozicioniranja tijekom rada)
 - veće reakcijske sile
 - veća potrebna snaga
 - teža konstrukcija
 - potreban veći traktor
- drobljenje
 - +manja potrebna snaga
 - +manje reakcijske sile prilikom uklanjanja
 - +lakša konstrukcija
 - +prikladno i za veće panjeve (velik raspon pozicioniranja u radu)
 - +prikladno i za manje traktore
 - manja dubina uklanjanja
 - potrebna zaštita od uklonjenih čestica (velika obodna brzina)
 - sporije uklanjanje



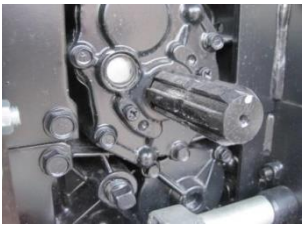




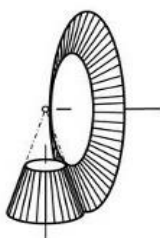
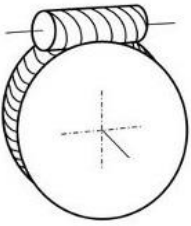
Budući da je drobljenje prikladnije za manje traktore i manje snage te je također konstrukcija lakša i jednostavnija, a mane nisu toliko značajne, za daljnji razvoj kao princip uklanjanja panjeva odabirem drobljenje.

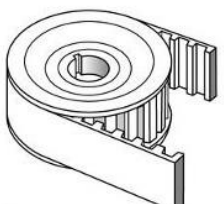
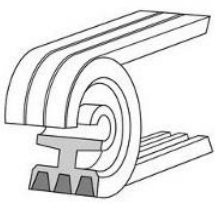
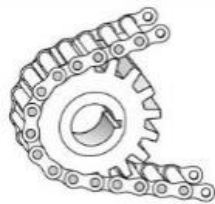








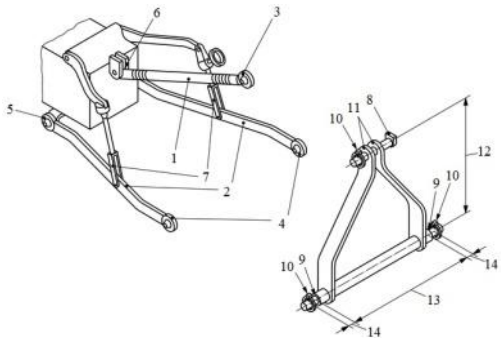
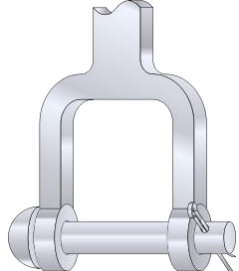
4. FUNKCIJSKA DEKOMPOZICIJA









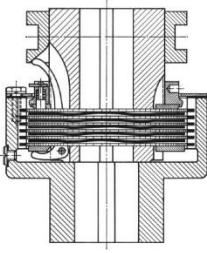


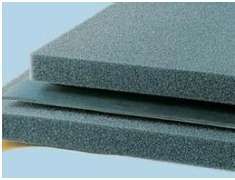
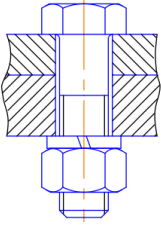

Slika 23. Funkcijska dekompozicija

5. MORFOLOŠKA MATRICA

| | | | |
|--|---|--|--|
| <p>1. PRIKLJUČAK UKLJUČITI/ ISKLUČITI</p> |  <p>Posredno preko komandi na traktoru</p> |  <p>Prekidač na samom uređaju</p> | |
| <p>2. PRIHVAT ENERGIJE OMOGUĆITI</p> |   |   <p>Od traktorske hidraulike preko hidrauličkih cilindara</p> | |
| <p>3. i 4. BROJ OKRETAJA / MOMENT PRILAGODITI i MOMENT DO REZNOG ALATA PRENIJETI*</p> |  <p>Par čelnika</p> |  <p>Par stožnika</p> |  <p>Pužni par</p> |

| | | | |
|---|--|--|--|
| |  <p>Zupčasti remen</p> |  <p>Klinasti remen</p> |  <p>Lančani prijenos</p> |
| |  <p>Plosnati remen</p> |  <p>Vratilo*</p> | |
| <p>5. ČESTICE PANJA ODVAJATI</p> |   <p>Piljenje</p> |   <p>Drobljenje / mljevenje</p> |   <p>Razvrtavanje</p> |
| <p>6. UREĐAJ PRIKLJUČITI</p> |  | |  |
| | <p>Uređaj se priključuje na standardnu traktorsku tro-spojnu vezu ("three point hitch")</p> | | |

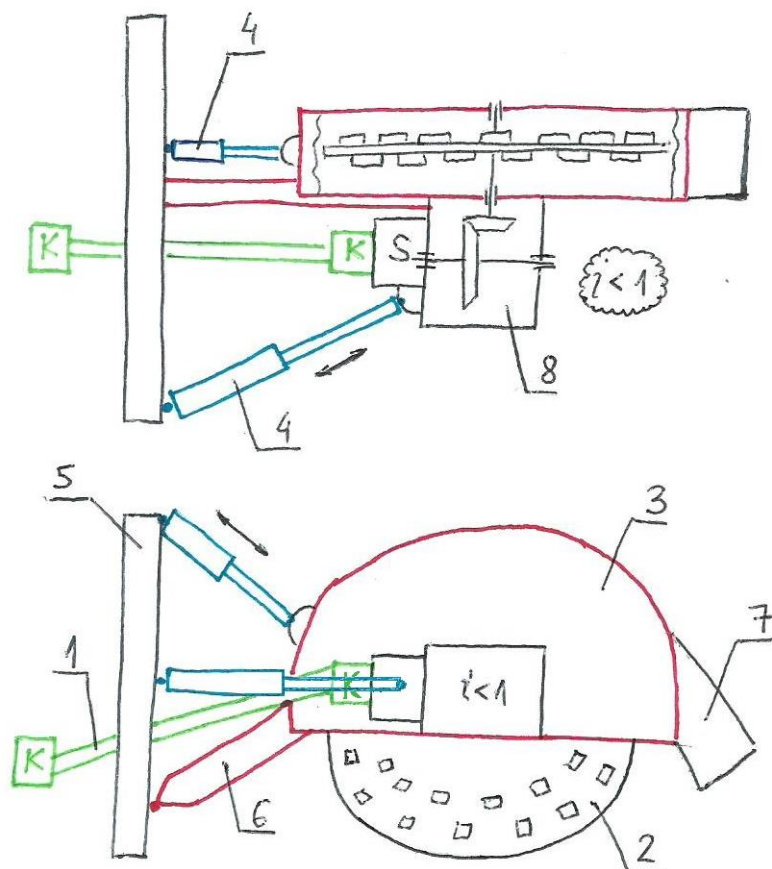
| | | | | |
|---|---|--|--|---|
| <p>7. UREĐAJ OSIGURATI</p> |  |  |  |  |
| |  |  |  |  |
| <p>8. GIBANJE PRIKLJUČKA OMOGUĆITI</p> |  <p>Preko traktorske hidraulike</p> |  <p>Pomoću vlastitih hidrauličkih cilindara</p> |  <p>Navojno vreteno</p> | |
| <p>9. IZMJENU REZNOG ALATA OMOGUĆITI</p> |  <p>Prijenos momenta oblikom, a osiguranje maticom</p> |  <p>Prirubnički spoj sa reznim diskom</p> |  <p>Spoj vratila i reznog diska perom</p> | |
| |  <p>Dosjedni vijak</p> | <p>Trenjem</p> | | |

| | | | | |
|---|--|--|---|---|
| <p>10. RAD U VLAŽNIM / PRAŠNJAVIM UVJETIMA OMOGUĆITI</p> |  <p>Semmering</p> |  <p>O-brtve</p> |  <p>Zaštitni premazi i lakovi</p> |  <p>Manžeta</p> |
| <p>11. UREĐAJ OD UDARNIH SILA ZAŠTITITI</p> |  <p>Sigurnosni priključak</p> |  <p>Elastična spojka</p> |  <p>Lamelna spojka</p> |  <p>Remenski prijenos</p> |
| <p>12. REAKCIJSKE SILE NA OKOLINU PRENIJETI</p> | <p>Sile se prenose na traktor preko tro- spojne veze</p> |  <p>Sile se prenose na podlogu preko nosača</p> | | |
| <p>13. i 14. BUKU UMANJITI i VIBRACIJE UMANJITI</p> |  <p>Izolacija – umetci od plastičnih i gumenih materijala na mjestima spojeva</p> |  <p>Rastavljivi spoj sa elastičnim podloškama</p> | <p>Prigušenje vibracija materijalom konstrukcije (metalne pjene, gumeni materijali)</p> |  <p>Opruge i prigušivači</p> |

| | | | | |
|---|--|---|--|--|
| <p>15. KORISNIKA ZAŠTITITI</p> |  <p>Zaštita rotirajućih dijelova kućištem</p> | |  <p>Korisnik je zaštićen prilikom rada budući da se priključkom upravlja sa sjedala traktora</p> | |
| <p>16. ČESTICE ODVODITI</p> |  <p>Metalno kućište</p> |  <p>Plastično kućište</p> |  <p>Odvođenje odvojenih čestica pomoću cijevi (npr. u traktosku prikolicu)</p> |  <p>Sakupljanje čestica u spremnik</p> |

6. KONCEPTI

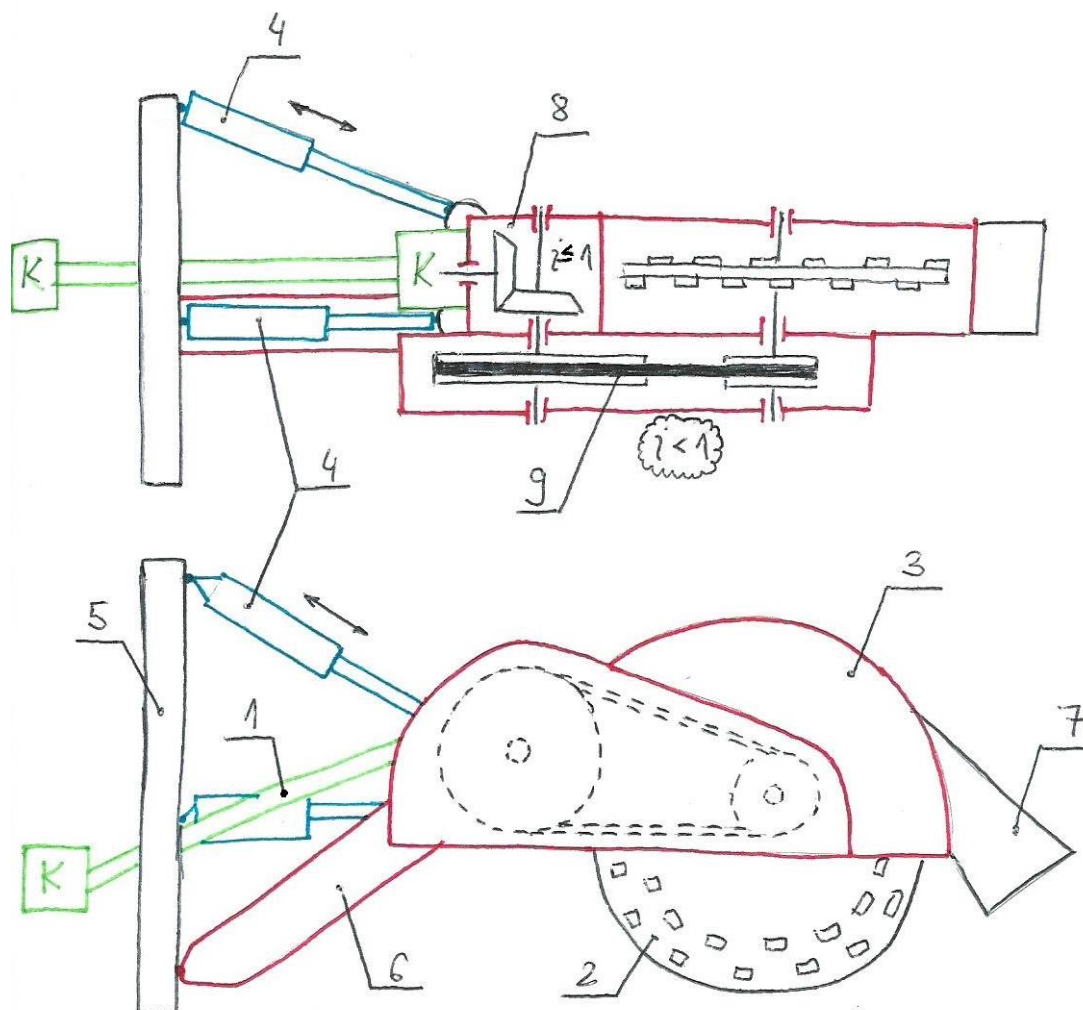
6.1. Koncept 1



Slika 24. Koncept 1

Uklanjanje čestica panja vrši se pomoću reznog diska (2) na koji su montirani rezni zubi. Rezni disk je predviđen da u promjeru bude oko 650 mm. Disk pogoni izlazno trakorsko vratilo preko kardanskog vratila (1) koje je priključeno na sigurnosnu spojku (S) kako bi se osiguralo da u sustavu ne dođe do preopterećenja. Spojka je spojena na multiplikator sa parom stožnika (8) koji vrši multiplikaciju okretaja sa oko 540 okr/min na oko 800 okr/min. Rezna konstrukcija, kao i multiplikator, spojka i sigurnosno kućište (3) nalaze se na nosivoj konstrukciji (6). Gibanje u vertikalnom i horizontalnom luku omogućeno je hidrauličkim cilindrima (4) montiranim sa gornje i bočne strane nosive konstrukcije. Nosiva konstrukcija i hidraulički cilindri spojeni su na okvirnu konstrukciju (5) koja se montira na standardnu tro-spojnu vezu traktora. Odvođenje čestica u željenom smjeru osigurano je pomoću lima za odvođenje (7).

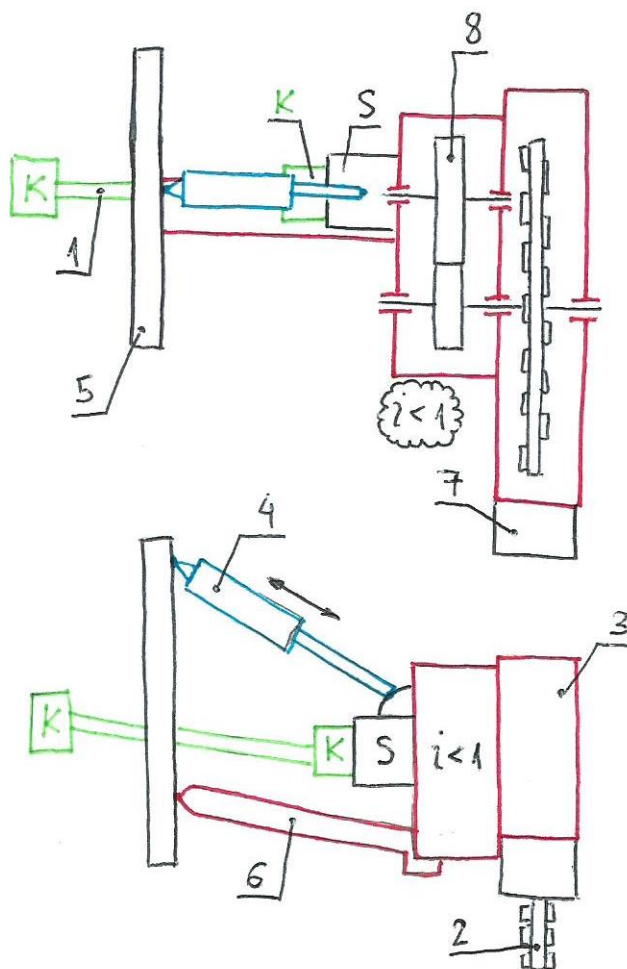
6.2. Koncept 2



Slika 25. Koncept 2

Uklanjanje čestica panja vrši se pomoću reznog diska (2) na koji su montirani rezni zubi. Disk pogoni izlazno trakorsko vratilo preko kardanskog vratila (1) koje je priključeno na multiplikator sa parom stožnika (8) koji vrši multiplikaciju okretaja sa 540 okr/min na oko 800 okr/min. Koncept je predviđen za manje snage i dimenzije reznog diska. Budući da je rezni disk (oko 350 mm u promjeru) manji od onoga u konceptu 1, samim time i jednostavnije konstrukcije, potrebna je daljnja multiplikacija okretaja koja je izvedena pomoću remenskog prijenosa (9). Dolazi se na oko 1400 okr/min čime se osigurava podjednaka obodna brzina na reznim zubima. Remenski prijenos osigurava sustav u slučaju preopterećenja na način da će prvo doći do proklizavanja. Rezna konstrukcija, kao i multiplikator, remenski prijenos i sigurnosno kućište (3) nalaze se na nosivoj konstrukciji (6). Gibanje u vertikalnom i horizontalnom luku omogućeno je hidrauličkim cilindrima (4) montiranim sa gornje i bočne strane nosive konstrukcije. Nosiva konstrukcija i hidraulički cilindri spojeni su na okvirnu konstrukciju (5) koja se montira na standardnu tro-spojnu vezu traktora. Odvođenje čestica u željenom smjeru osigurano je pomoću lima za odvođenje (7).

6.3. Koncept 3



Slika 26. Koncept 3

Uklanjanje čestica panja vrši se pomoću reznog diska (2) na koji su montirani rezni zubi. Disk pogoni izlazno trakorsko vratilo preko kardanskog vratila (1) koje je priključeno na sigurnosnu spojku (S) kako bi se osiguralo da u sustavu ne dođe do preopterećenja. Spojka je spojena na multiplikator sa parom čelnika sa ravnim/kosim zubima (8) koji vrši multiplikaciju okretaja sa oko 540 okr/min na oko 800 okr/min. Rezna konstrukcija, kao i multiplikator, spojka i sigurnosno kućište (3) nalaze se na nosivoj konstrukciji (6). Gibanje u vertikalnom luku omogućeno je hidrauličkim cilindrom (4) montiranim sa gornje strane nosive konstrukcije. Pozicioniranje i pomicanje u radu obavlja traktor vlastitim pomicanjem. Nosiva konstrukcija i hidraulički cilindar spojeni su na okvirnu konstrukciju (5) koja se montira na standardnu tro-spojnu vezu traktora. Odvođenje čestica u željenom smjeru osigurano je pomoću lima za odvođenje (7).

6.4. Vrednovanje koncepata

| | |
|------------------|---|
| Koncept 1 | +brže uklanjanje panjeva (veći promjer reznog diska) |
| | +manji broj konstrukcijskih elemenata |
| | -potrebna veća snaga |
| | -veće dimenzije i masa priključka |
| Koncept 2 | +manja potrebna snaga |
| | +manje dimenzije i masa priključka |
| | +jednostavnija konstrukcija reznog diska |
| | +prikladno i za manje traktore |
| | +kompaktnost |
| | -sporije uklanjanje panja (manji rezni disk) |
| | -više konstrukcijskih elemenata (potreban je i remenski prijenos) |
| Koncept 3 | +kompaktnost (okomiti položaj reznog diska u odnosu na traktor) |
| | +jeftinija izvedba |
| | +manji broj konstrukcijskih elemenata |
| | -bez mogućnosti pozicioniranja u radu (potrebno pomicati traktorom) |
| | -mala preciznost pozicioniranja traktorom |

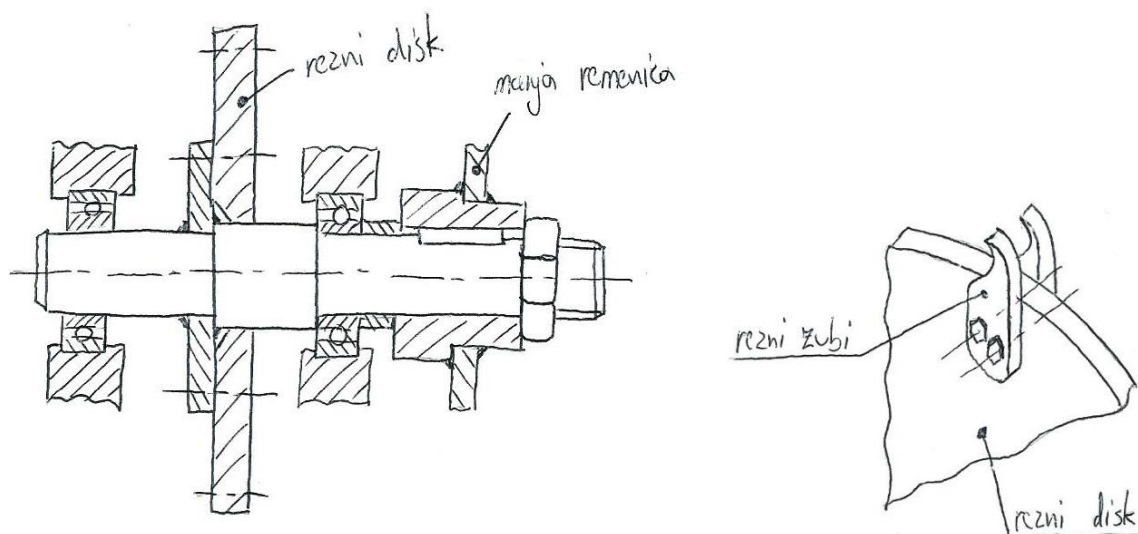
Tablica 6. Vrednovanje koncepata

Iz navedenih prednosti i mana određenih izvedbi željenog priključka odlučujem se za daljnju razradu koncepta 2 poglavito radi jednostavnije konstrukcije reznog diska manjeg promjera i sa manjim brojem zubi koji su jednostavno razmješteni duž oboda. Kod velikog broja postojećih rješenja rezni su diskovi većeg promjera (najčešće 660 mm) te sa velikim brojem reznih zubi različitog tipa i kompleksnijeg razmještaja. Odabran koncept je također primjeren za traktore manje snage i manjih dimenzija što mi je dodatan plus jer je većina postojećih rješenja namijenjena traktorima veće snage i većih dimenzija.

6.5. Dodatne skice uz odabrani koncept

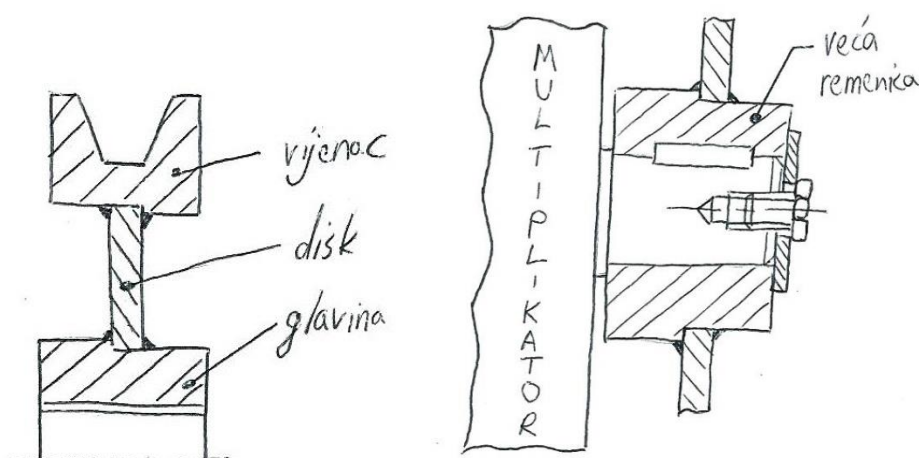
Za odabrani koncept 2 izrađene su neke dodatne skice sa kojima se ide u daljnju razradu koncepta kako bih si olakšao vizualizaciju i prikazao neke potrebne glavne veze između komponenata i pojednostavljeni oblik okvirne i nosive konstrukcije.

Prijenos momenta sa vratila na rezni disk izveden je pomoću prirubničkog diska koji je zavaren na vratilo, a moment se prenosi pomoću trenja uslijed pritezanja vijcima. Moment se na vratilo prenosi preko pera sa manje remenice koja je na vratilu aksijalno osigurana maticom DIN 937.



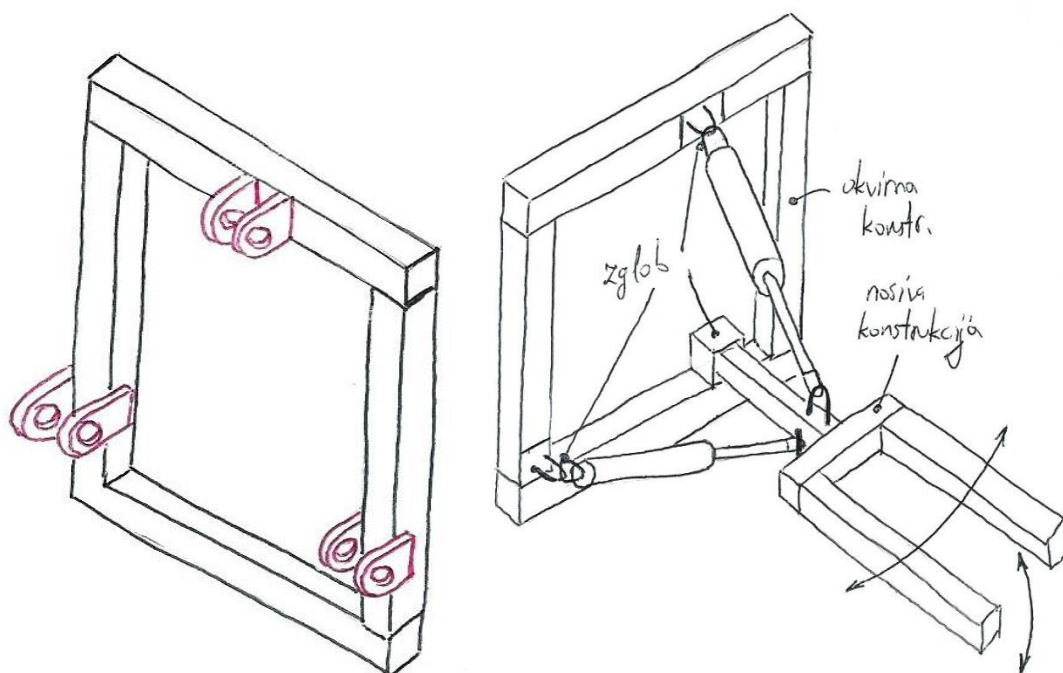
Slika 27. Sklop vratila i detalj reznog diska

Remenica je izvedena u zavarenoj izvedbi te se sastoji od glavine, diska i vijenca. Na glavini i vijencu istokareni su nasloni kako bi se lakše pozicionirao disk prilikom zavarivanja. Veća remenica je na izlaznom vratilu multiplikatora aksijalno osigurana poklopcem i vijkom.



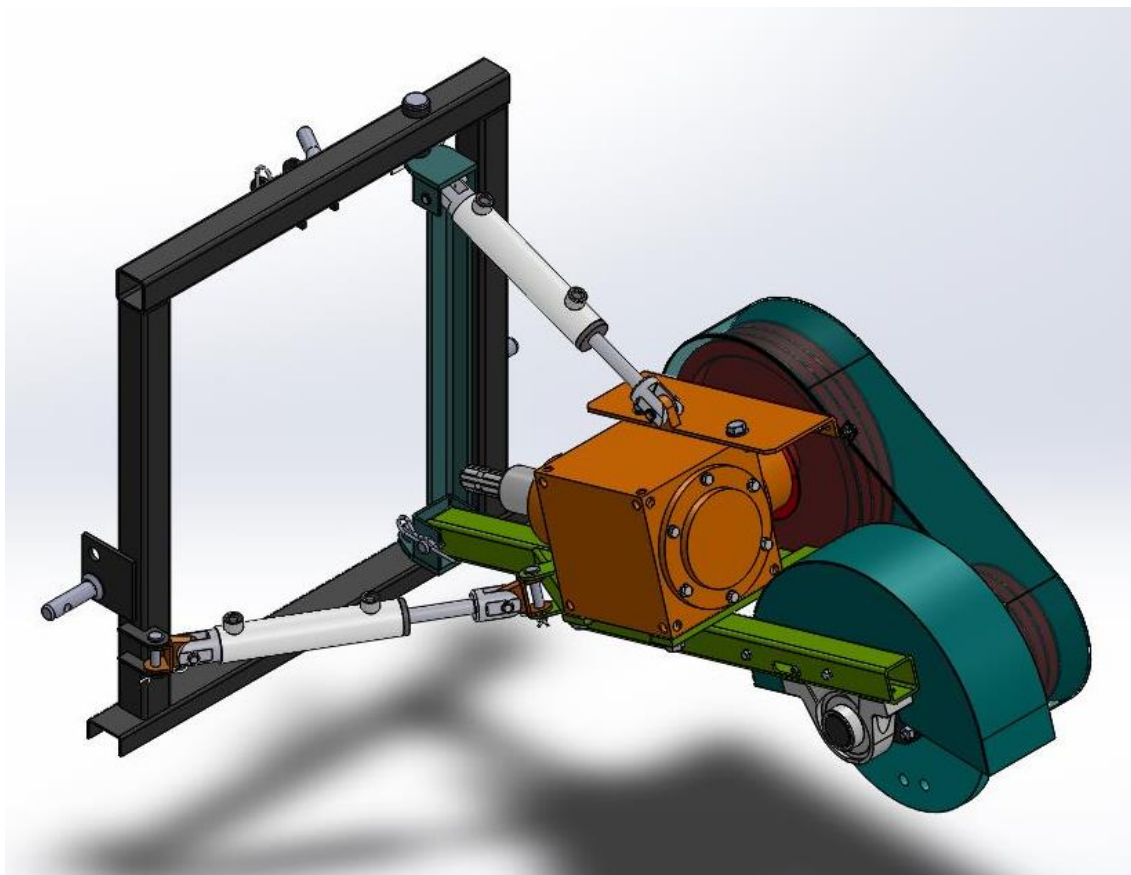
Slika 28. Zavarena konstrukcija remenice i aksijalno osiguranje veće remenice

Okvirna konstrukcija izvedena je kao pravokutna sa kvadratnim zavarenim profilima. Na profilima su zavarene ušice kojima se okvirna konstrukcija montira na traktor. Na okvirnu konstrukciju se montira nosiva konstrukcija preko zglobne veze koja omogućuje rotaciju u horizontalnom i vertikalnom luku. Rotacija se ostvaruje preko hidrauličkih cilindara koji također moraju biti spojeni preko odgovarajućih zglobnih veza na okvirnu i nosivu konstrukciju.

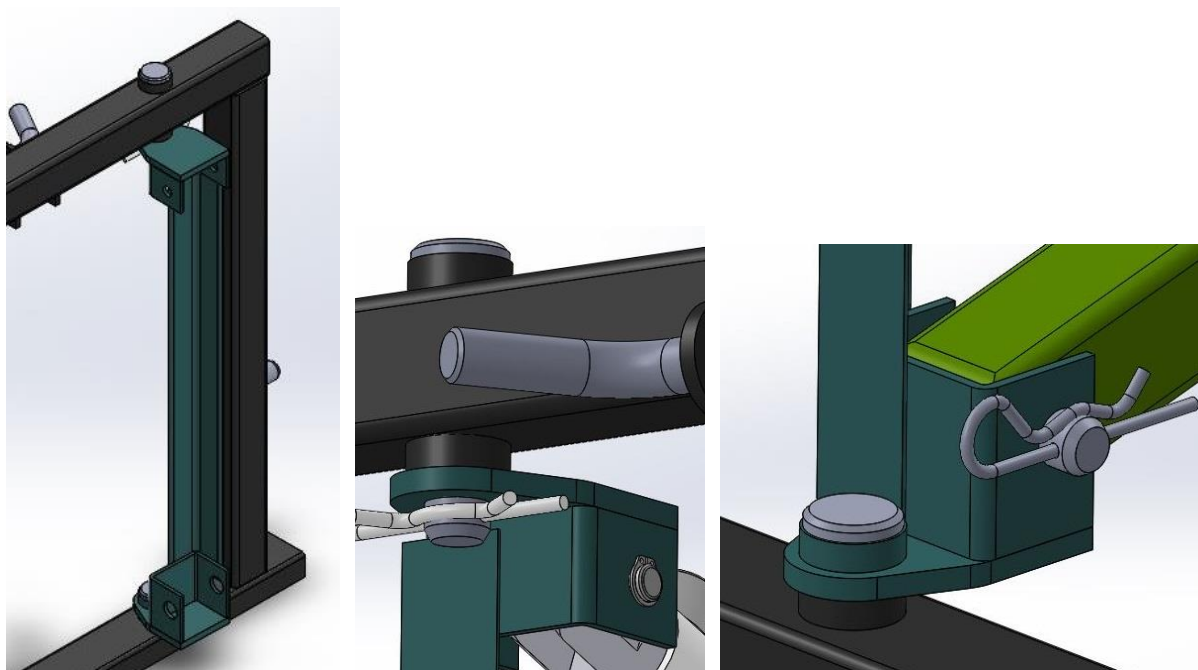


Slika 29. Pojednostavljeni oblik okvirne i nosive konstrukcije

7. MODEL I DETALJI SKLAPANJA

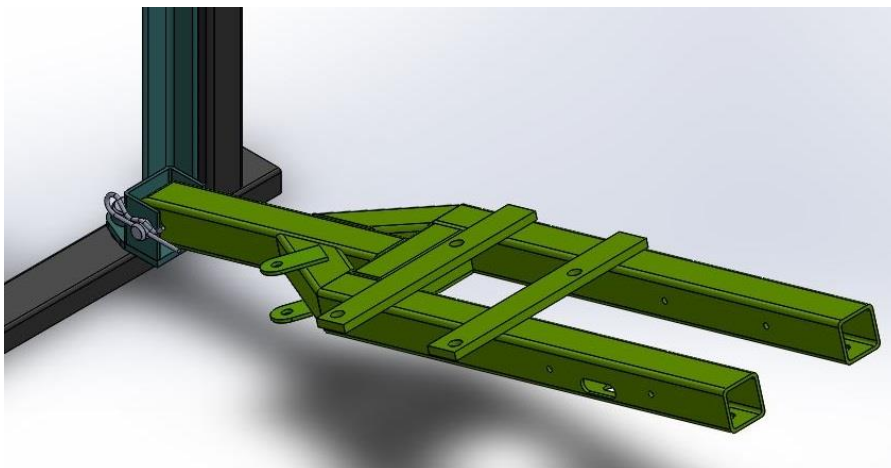


Slika 30. Model priključka za uklanjanje panjeva



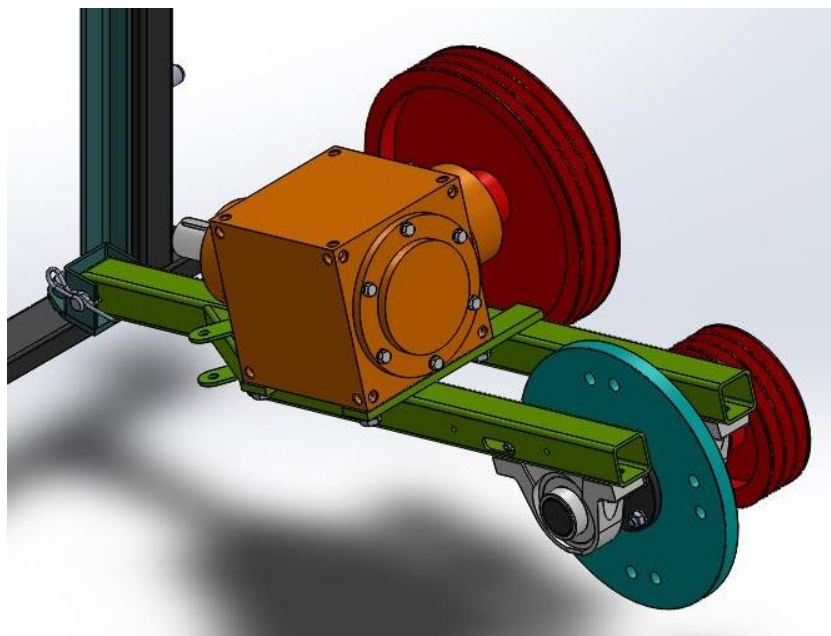
Slika 31. Vertikalni zglob sa detaljima veze na okvirnu konstrukciju

Na slici 31. je prikazan vertikalni zglob koji se na okvirnu konstrukciju spaja pomoću prikazanih svornjaka na gornjoj i donjoj strani zgloba. Na donji dio vertikalnog zgloba se dalje spaja nosiva konstrukcija također preko svornjaka kao što je prikazano na sljedećoj slici.



Slika 32. Nosiva konstrukcija

Na nosivu konstrukciju se dalje vijcima pričvršćuje multiplikator koji nosi veću remenicu te rezni sklop koji je na nosivu konstrukciju vezan preko ležajnih mjesta. Na nosivoj konstrukciji izgledani su utori koji omogućuju natezanje manje remenice prije učvršćivanja.



Slika 33. Podsklop multiplikatora i rezní podsklop

Za multiplikator je odabran model proizvođača "Unimec". Izbor je izvršen preko snage koju je potrebno prenijeti prema tablici na sljedećoj slici.

| | | Ratio 1/1,5 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|-------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|------------|------------------|
| | | 54 | | 86 | | 110 | | 134 | | 166 | | 200 | | 250 | | 350 | | 500 | |
| Fast shaft revolution speed ω_v [rpm] | Fast shaft revolution speed ω_L [rpm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] | P_1 [kW] | M_{tLL} [daNm] |
| 3000 | 2000 | 2,46 | 1,12 | 10,3 | 4,72 | 13,0 | 5,95 | 28,5 | 12,9 | 88,1 | 39,9 | 159 | 71,3 | 238 | 106 | 610 | 273 | - | - |
| 1500 | 1000 | 1,28 | 1,17 | 5,54 | 5,07 | 6,96 | 6,38 | 15,3 | 13,8 | 47,2 | 42,8 | 85,7 | 76,9 | 129 | 115 | 335 | 300 | 907 | 779 |
| 1000 | 667 | 0,88 | 1,21 | 4,15 | 5,70 | 4,91 | 6,75 | 10,8 | 14,6 | 32,9 | 44,7 | 60,0 | 80,7 | 90,7 | 122 | 237 | 319 | 690 | 890 |
| 750 | 500 | 0,71 | 1,30 | 3,30 | 6,05 | 3,96 | 7,26 | 8,78 | 15,9 | 26,7 | 48,4 | 48,7 | 87,4 | 73,8 | 132 | 193 | 346 | 566 | 973 |
| 500 | 333 | 0,52 | 1,43 | 2,30 | 6,32 | 2,91 | 8,00 | 6,48 | 17,6 | 19,7 | 53,6 | 36,2 | 97,4 | 54,9 | 147 | 145 | 390 | 425 | 1096 |
| 250 | 167 | 0,30 | 1,65 | 1,41 | 7,75 | 1,71 | 9,40 | 3,82 | 20,7 | 11,7 | 63,6 | 21,5 | 115 | 32,7 | 176 | 87,1 | 469 | 258 | 1330 |
| 100 | 66,7 | 0,15 | 2,06 | 0,65 | 8,93 | 0,84 | 11,5 | 1,88 | 25,5 | 5,80 | 78,9 | 10,6 | 142 | 16,3 | 219 | 43,7 | 588 | 130 | 1675 |
| 50 | 33,3 | 0,08 | 2,20 | 0,38 | 10,4 | 0,49 | 13,4 | 1,09 | 29,6 | 3,38 | 91,9 | 6,24 | 168 | 9,54 | 256 | 25,6 | 689 | 76,8 | 1980 |

Slika 34. Odabir reduktora/multiplikatora

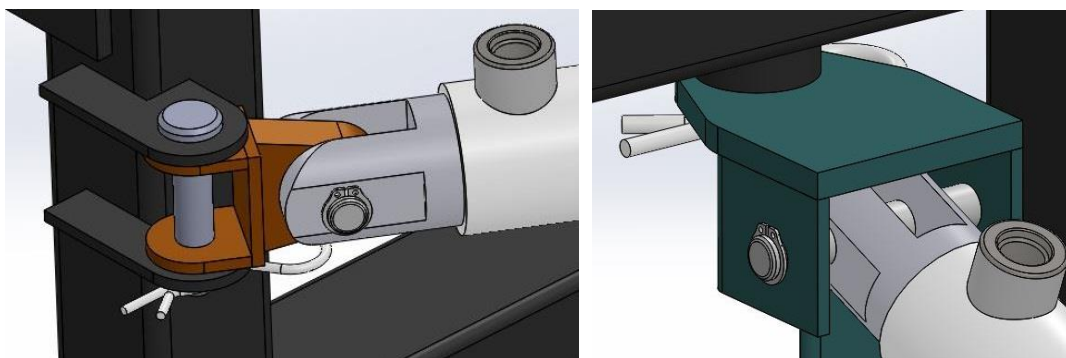
Oznaka RX odnosi se na model reduktora sa dva izlazna vratila. Oznaka 200 je oznaka veličine. Oznaka S32 odnosi se na modele sa prijenosnim omjerom većim od 1. Dakle konačni odabran model je: UNIMEC RX200 S32 1.5. Za odabrani model vrijedi da je prenosiva snaga do 48,7 kW.

Hidraulički cilindri odabrani su od proizvođača "Nordon". Odabrana klasa cilindra je NA što predstavlja standradnu klasu, često primjenjivanu u poljoprivrednim strojevima. Oznaka veličine je 15 što označava radni promjer cilindra od 1,5 inča. Prema izmjerama iz konstrukcije određen je potrebni hod cilindra od 6 inča. Konačna oznaka cilindra je prema tome: NORDON NA-15-A-06. Na sljedećoj slici dan je radni pritisak i sila koju je moguće ostvariti u radu.

| CYLINDER YIELD | | FACTOR 4 : 1 | FACTOR 4 : 1 |
|----------------|-------|--------------------|-----------------------|
| BORE | SHAFT | OPERATING PRESSURE | CYLINDER EXTEND FORCE |
| 1.5" | 3/4" | 3000 psi | 5300 lb |
| 38.1 | 19mm | 204 bar | 24Kn |

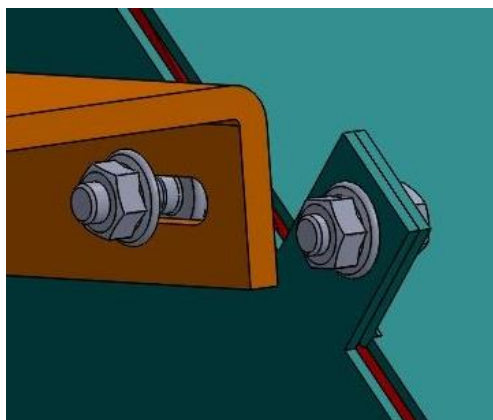
Slika 35. Radna sila cilindra

Spoj hidrauličkih cilindara na odgovarajuća prihvatna mjesta izveden je na dva načina. Za donji cilindar koriste se dva zgloba poput prikazanog lijevo na slici 36. koja omogućuju rotaciju oko dvije osi, dok je za spoj gornjeg cilindra bilo potrebno omogućiti rotaciju oko samo jedne osi, a primjer takve veze vidi se desno na slici 36.

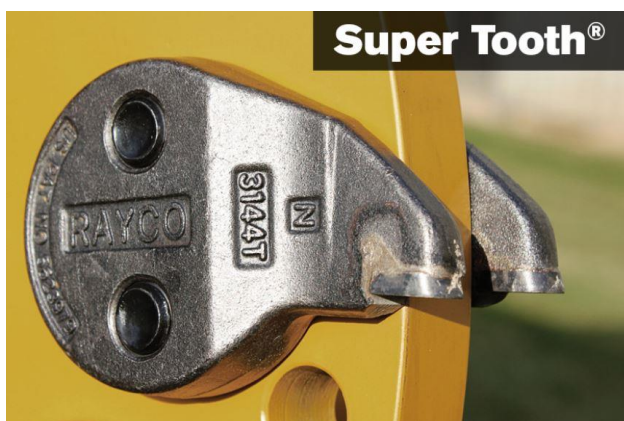


Slika 36. Detalji zglobova hidrauličkih cilindara

Na sljedećoj slici dan je i detalj spajanja elemenata kućišta remenskog prijenosa. Noseći lim spojen je sa dva vijčana spoja na lim koji se nalazi na multiplikatoru (narančaste boje na slici) te sa dva vijčana spoja na nosivu konstrukciju. Na taj noseći lim dalje se pomoću četiri vijčana spoja poput ovog prikazanog na slici spaja ostatak kućišta.



Slika 37. Detalj spajanja elemenata kućišta

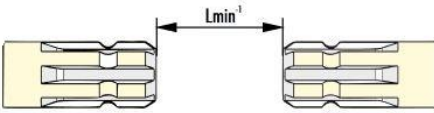


Slika 38. "Rayco Supertooth" rezni zubi

Uređaj uklanja čestice panja pomoću rotacije reznog diska na koji su montirana četiri para reznih zubiju (slika 38.). Snaga se reznom disku dovodi preko remenskog prijenosa kojeg pogoni multiplikator. Multiplikatoru se snaga dovodi preko kardanskog vratila.

8. PREPORUKA IZBORA KARDANSKOG VRATILA

Za izbor kardanskog vratila koristiti će se katalog proizvođača "Cerjak" iz Slovenije. Preko online izbornika unešeni su parametri pogona i osnovne dimenzije izmjerene iz konstrukcije. Budući da na priključku postoji remenski prijenos nije potrebno birati kardansko vratilo sa sigurnosnom spojkom jer će u slučaju preopterećenja u sustavu remen proklizati. Izbor duljine između križeva izveden je pomoću izmjerenih dimenzija iz konstrukcije pomoću tablice dane u katalogu, a prikazane na sljedećoj slici.



| Size | Value to be deducted | | | | |
|------|----------------------|---------|-----|-----|-----|
| | BR, BR+ | PS, PSL | VS | ST | TS |
| 1 | 80 | 115 | 110 | / | / |
| 2 | 90 | 130 | 130 | 100 | / |
| 4 | 100 | 150 | 160 | 110 | 120 |
| 6 | 120 | 155 | 210 | 135 | 150 |
| 8 | 140 | 230 | / | 160 | 190 |

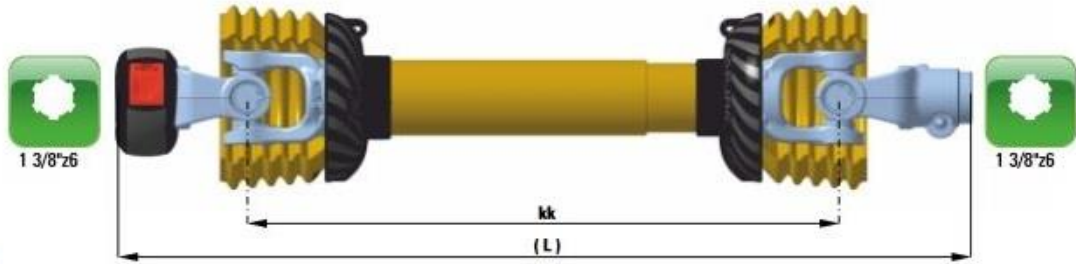
| Example: | |
|--|---------|
| Measured value | = 796 |
| Size of PTO drive shaft 4 Type of PTO drive shaft BR | = 100 |
| Result | = 696 |
| Selected standard length of PTO drive shaft kk | = kk660 |

Slika 39. Izbor vrijednosti kk

| | | |
|-------------------------------------|--|----------|
| <input checked="" type="checkbox"/> | Tip kardanske osovine: Kardanska osovina | POVRATAK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Sigurnosni elementi (spojke): BR (Bez spojke) | POVRATAK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Snaga/sila koja je potrebna za rad stroja/priključaka: 530Nm / 30kW | POVRATAK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Dužina kardanske osovine između obrtnih spojeva (križ-križ) u mm: 660 | POVRATAK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profil priključnog mjesta na traktoru / agregatu: 1 3/8"z6 | POVRATAK |
| <input checked="" type="checkbox"/> | Profil priključnog mjesta na strani radnog stroja / priključaka: 1 3/8"z6 | POVRATAK |

Slika 40. Unos parametara u online alat

Nakon unosa potrebnih parametara online alat nudi dva rješenja. Budući da nisu potrebne specijalne funkcije kardanskog vratila odabire se jeftinije rješenje. Osnovni podaci dani su na sljedećoj slici.



Technical drawing of a PTO drive shaft. The shaft is yellow with black splines at both ends. It is shown with two green square icons labeled "1 3/8\"z6" at the ends. A dimension line labeled "kk" indicates the length between the centers of the splines, and a dimension line labeled "(L)" indicates the total length of the shaft.

Specifications and icons:

- BR 30 kW
- 4
- 25°
- max. 1000 RPM

| ARTICLE | DESCRIPTION | PTO DRIVE SHAFT OPERATING LENGHT | | EAN 13 BAR CODE |
|---------|-------------------------|----------------------------------|-----------|-----------------|
| | | recommended L | maximum L | |
| 006678 | C Line 4 BR kk510 (740) | 905 | 940 | 3831111016348 |
| 006679 | C Line 4 BR kk560 (790) | 980 | 1040 | 3831111016355 |
| 005244 | C Line 4 BR kk610 (840) | 1055 | 1140 | 3831111014191 |
| 006680 | C Line 4 BR kk660 (890) | 1130 | 1240 | 3831111016362 |
| 006681 | C Line 4 BR kk710 (940) | 1205 | 1338 | 3831111016379 |

Slika 41. Odabrano rješenje

9. PRORAČUN

9.1. Osnovne specifikacije priključka

Specifikacije traktorskog pogona:

$$P_{TR_{min}} = 30 \text{ kW}$$

$$P_{TR_{max}} = 40 \text{ kW}$$

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

Snaga koja se dovodi reznom disku:

$$P_{DISK} = P_{TR} \cdot \eta_M \cdot \eta_{REM} \cdot \eta_L \cdot \eta_L$$

$\eta_M = 0,95$ – pretpostavljeni stupanj korisnog djelovanja multiplikatora

$\eta_{REM} = 0,98$ – pretpostavljeni stupanj korisnog djelovanja remenskog prijenosa

$\eta_L = 0,99$ – pretpostavljeni stupanj korisnog djelovanja po ležaju

$$P_{DISK_{min}} = 20 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 18,25 \text{ kW}$$

$$P_{DISK_{max}} = 30 \cdot 0,95 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 27,37 \text{ kW}$$

Prijenosni omjer:

$$i_{uk} = \frac{n_{TR}}{n_{DISK}} = \frac{1}{i_{RED} \cdot \frac{d_{REM1}}{d_{REM2}}}$$

$i_{RED} = 1,5$ – prijenosni omjer odabranog reduktora (korištenog kao multiplikator)

$d_{REM1} = 330 \text{ mm}$ – promjer veće remenice

$d_{REM2} = 190 \text{ mm}$ – promjer manje remenice

$$i_{uk} = \frac{1}{1,5 \cdot \frac{330}{190}} = 0,3838$$

Broj okretaja reznog diska:

$$n_{DISK} = \frac{n_{TR}}{i_{uk}}$$

$$n_{DISK} = \frac{540}{0,3838} = 1406,8 \text{ min}^{-1} = 23,4467 \text{ s}^{-1}$$

Moment na reznom disku:

$$T_{DISK} = \frac{P_{DISK}}{2\pi \cdot n_{DISK}}$$

$$T_{DISK_{min}} = \frac{P_{DISK_{min}}}{2\pi \cdot n_{DISK}} = \frac{18\,250}{2\pi \cdot 23,4467} = 123,88 \text{ Nm}$$

$$T_{DISK_{max}} = \frac{P_{DISK_{max}}}{2\pi \cdot n_{DISK}} = \frac{27370}{2\pi \cdot 23,4467} = 185,79 \text{ Nm}$$

Obodna brzina reznog diska:

$$v_o = d_{DISK} \cdot \pi \cdot n_{DISK}$$

$d_{DISK} = 320 \text{ mm}$ – promjer reznog diska

$$v_o = 0,32 \cdot \pi \cdot 23,4467 = 23,57 \text{ m/s}$$

| Potrebna snaga | |
|---|--------------------------|
| $P_{TR_{min}}$ | 20 kW |
| $P_{TR_{max}}$ | 30 kW |
| Razvijeni okretni moment na reznim zubima | |
| $T_{DISK_{min}}$ | 123,88 Nm |
| $T_{DISK_{max}}$ | 185,79 Nm |
| Broj okretaja diska | |
| n_{DISK} | 1406,8 min ⁻¹ |
| Obodna brzina diska | |
| v_o | 23,57 m/s |

Tablica 7. Osnovne specifikacije priključka

9.2. Remenski prijenos

9.2.1. Potreban broj remena

Proračun remenskog prijenosa izvršen je prema predlošku proračuna danog u SKF-ovom katalogu remena [19].

Maksimalna nazivna snaga koja se prenosi remenskim prijenosom:

$$P_{REM} = P_{TR_{max}} \cdot \eta_M$$

$$P_{REM} = 30 \cdot 0,95 = 28,5 \text{ kW}$$

Teoretska duljina remena:

$$L_t = 2 \cdot a_t + 1,57 \cdot (d_{REM1} + d_{REM2}) + \frac{(d_{REM1} - d_{REM2})^2}{4 \cdot a_t}$$

$a_t = 385 \text{ mm}$ – teoretski razmak između osi remenica

$d_{REM1} = 330 \text{ mm}$ – promjer veće remenice

$d_{REM2} = 190 \text{ mm}$ – promjer manje remenice

$$L_t = 2 \cdot 385 + 1,57 \cdot (330 + 190) + \frac{(330 - 190)^2}{4 \cdot 385} = 1599,13 \text{ mm}$$

Iz kataloga odabrana standardna duljina remena:

$$L = 1600 \text{ mm}$$

Budući da se odabrana duljina remena i teoretska duljina remena razlikuju u svega 0,9 mm za daljnji proračun vrijedi da je i stvarni razmak osi jednak predviđenom:

$$a = a_t = 385 \text{ mm}$$

Snaga koja se prenosi remenom:

$$P_0 = P_{REM} \cdot C_2 \cdot k$$

$C_2 = f(\text{meki start, srednje teški uvjeti rada}) = 1,1$ – očitano

$k = f(i_{REM} = 1,7368) = 1,05$ – očitano

$$i_{REM} = \frac{d_{REM1}}{d_{REM2}} = \frac{330}{190} = 1,7368$$

$$P_0 = 28,5 \cdot 1,1 \cdot 1,05 = 32,918 \text{ kW}$$

Odabrani tip remena:

$$\text{Tip remena} = f(n_1 = 1406,8 \text{ min}^{-1}, P_0 = 32,918 \text{ kW}) = \text{SPB XP}$$

Za odabrani tip remena vrijedi da je snaga koju može prenijeti jedan remen jednaka:

$$P_1 = P_r \cdot C_3 \cdot C_1$$

$$P_r = f(n_1 = 1406 \text{ min}^{-1}, d = 190 \text{ mm}, i_{REM} = 1,7368) = 13,89 \text{ kW} - \text{očitano}$$

$$C_3 = f\left(\frac{d_{REM1} - d_{REM2}}{a} = 0,3636\right) = 0,95 - \text{očitano}$$

$$C_1 = f(L = 1600 \text{ mm}, \text{tip remena} = \text{SPB XP}) = 0,86 - \text{očitano}$$

$$P_1 = 13,89 \cdot 0,95 \cdot 0,86 = 11,348 \text{ kW}$$

Potreban broj remena:

$$r = \frac{P_0}{P_1}$$

$$r = \frac{32,918}{11,348} = 2,9$$

$$r = 3 \text{ (odabrano)}$$

9.2.2. Kontrola učestalosti savijanja remena

$$f = Z \cdot \frac{v_{REM}}{L}$$

$$Z = \text{broj remenica} = 2$$

$$v_{REM} = d \cdot \pi \cdot n_1 = 0,19 \cdot \pi \cdot 23,4467 = 13,995 \text{ m/s}$$

$$f = 2 \cdot \frac{13,995}{1,6} = 17,49$$

$$f_{dop} = 60$$

$$f < f_{dop} \rightarrow \text{Zadovoljava}$$

9.2.3. Rezultirajuća sila remenskog prijenosa na vratilo

Moment na manjoj remenici:

$$T_{REM2} = \frac{P_{REM2}}{2\pi \cdot n_{REM2}}$$

$$P_{REM2} = 30 \cdot 0,95 \cdot 0,98 = 27,93 \text{ kW}$$

$$n_{REM2} = 23,4467 \text{ s}^{-1}$$

$$T_{REM2} = \frac{27930}{2\pi \cdot 23,4467} = 189,5876 \text{ Nm}$$

Obodna sila remenskog prijenosa:

$$F_0 = \frac{2 \cdot T_{REM2}}{d_{REM2}}$$

$$F_0 = \frac{2 \cdot 189,5876}{0,19} = 1995 \text{ N}$$

Sila u vučnom ogranku remenskog prijenosa:

$$F_1 = F_0 \cdot \frac{m}{m - 1}$$

$$m = e^{\mu_k \cdot \beta} = e^{0,92 \cdot 2,775} = 12,8456$$

$$\beta = 2 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{d_{REM1} - d_{REM2}}{2 \cdot a} \right) = 2 \cdot \cos^{-1} \left(\frac{330 - 190}{2 \cdot 385} \right) = 159^\circ = 2,775 \text{ rad}$$

$$\mu_k = \frac{\mu}{\sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)} = \frac{0,3}{\sin\left(\frac{38}{2}\right)} = 0,92$$

$$F_1 = 1995 \cdot \frac{12,8456}{12,8456 - 1} = 2163 \text{ N}$$

$$F_2 = F_1 - F_0$$

$$F_2 = 2163 - 1995 = 168 \text{ N}$$

$$F_R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 - 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos\beta}$$

$$F_R = \sqrt{2163^2 + 168^2 - 2 \cdot 2163 \cdot 168 \cdot \cos(159^\circ)} = 2321 \text{ N}$$

9.3. Kontrola vratila

9.3.1. Izlazno vratilo multiplikatora

Sile koje opterećuju izlazno vratilo su težina remenice i radijalna sila uslijed remenskog prijenosa:

$$G_{REM1} = m_{REM1} \cdot g = 15,6 \cdot 9,81 = 153 \text{ N}$$

$$F_R = 2321 \text{ N}$$

Rezultantna radijalna sila mora biti manja od iz kataloga očitane dopuštene radijalne sile:

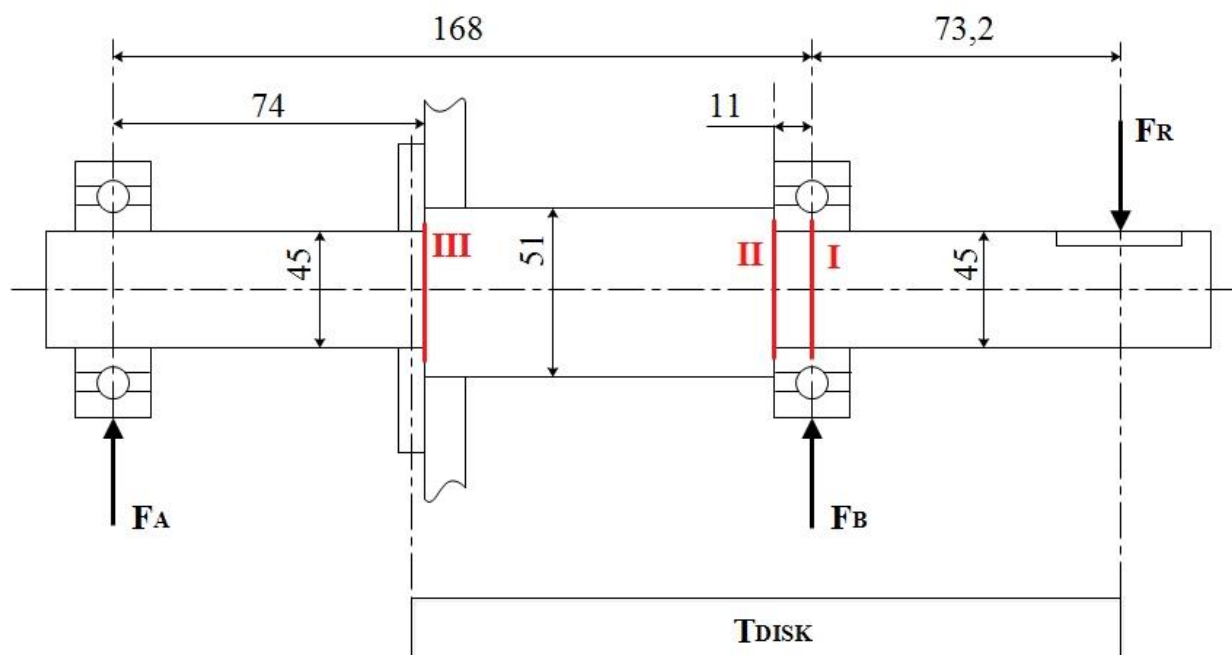
$$F_{Rdop} = 15860 \text{ N}$$

U pogonima sa očekivanim udarima preporuča se dopuštenu radijalnu silu uzeti sa faktorom sigurnosti 2 pa slijedi:

$$F_{Rdop2} = 7930 \text{ N}$$

Obzirom na mali iznos radijalne sile uslijed težine remenice G_{REM1} nije potrebno računati rezultantnu silu jer je očito da će izlazno vratilo zadovoljiti obzirom na visok iznos dopuštene sile u odnosu na F_{Rdop2} .

9.3.2. Vratilo reznog diska



Slika 42. Opterećenje vratila reznog diska

Iznosi opterećenja su:

$$F_R = 2321 \text{ N}$$

$$T_{DISK} = 185,79 \text{ Nm}$$

Reakcijsku silu u ležaju A dobivamo iz:

$$\sum M_B = 0$$

$$-F_A \cdot 168 - F_R \cdot 73,2 = 0$$

$$F_A = \frac{-F_R \cdot 73,2}{168} = \frac{-2321 \cdot 73,2}{168} = -1011,3 \text{ N}$$

Reakcijsku silu u ležaju B dobivamo iz:

$$\sum F_Z = 0$$

$$F_A + F_B = F_R$$

$$F_B = F_R - F_A = 2321 - (-1011,3) = 3332,3 \text{ N}$$

Provjera sigurnosti u kritičnim presjecima:

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

$$W = \frac{d^3 \pi}{32}$$

$$\sigma_f = \frac{M_{RED}}{W}$$

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

Presjek I:

$$M_{S1} = F_R \cdot 73,2 = 2321 \cdot 73,2 = 169\,897,2 \text{ Nmm}$$

$$T_{DISK} = 185,79 \text{ Nm}$$

Za odabrani materijal S235JR vrijedi:

$$\sigma_{fDN} = 190 \text{ MPa}$$

$$\tau_{tDI} = 140 \text{ MPa}$$

$$R_m = 370 \text{ MPa}$$

$$\alpha_0 = \frac{\sigma_{fDN}}{1,73 \cdot \tau_{tDI}} = \frac{190}{1,73 \cdot 140} = 0,784$$

$$M_{RED1} = \sqrt{(169\,897,2)^2 + 0,75 \cdot (0,784 \cdot 185\,790)^2} = 211\,607 \text{ Nmm}$$

$$W_1 = \frac{45^3 \pi}{32} = 8\,946,18 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f1} = \frac{211\,607}{8\,946,18} = 23,65 \text{ Mpa}$$

$$b_1 = f(d = 45 \text{ mm}) = 0,83$$

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

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

$$S_1 = \frac{0,83 \cdot 0,9 \cdot 190}{1,5 \cdot 23,65} = 4$$

Presjek II:

$$M_{S2} = F_R \cdot 84,2 - F_B \cdot 11 = 2321 \cdot 84,2 - 3332,3 \cdot 11 = 158\,772,9 \text{ Nmm}$$

$$T_{DISK} = 185,79 \text{ Nm}$$

$$\beta_{kf} = 1 + c_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1) = 1 + 0,3 \cdot (2,5 - 1) = 1,45$$

$$c_1 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{51}{45} = 1,133\right) = 0,3$$

$$\beta_{kf2} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{0,6}{45} = 0,013, R_m = 370 \text{ MPa}\right) = 2,5$$

$$\beta_{kt} = 1 + c_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1) = 1 + 0,6 \cdot (1,8 - 1) = 1,48$$

$$c_2 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{51}{45} = 1,133\right) = 0,6$$

$$\beta_{kt1,4} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{0,6}{45} = 0,013, R_m = 370 \text{ MPa}\right) = 1,8$$

$$M_{RED2} = \sqrt{(158\,772,9 \cdot 1,45)^2 + 0,75 \cdot (0,784 \cdot 185\,790 \cdot 1,48)^2} = 296\,405,6 \text{ Nmm}$$

$$W_2 = \frac{45^3 \pi}{32} = 8\,946,18 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f2} = \frac{296\,405,6}{8\,946,18} = 33,132 \text{ MPa}$$

$$b_1 = f(d = 45 \text{ mm}) = 0,83$$

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

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

$$S_2 = \frac{0,83 \cdot 0,9 \cdot 190}{1,5 \cdot 33,132} = 2,86$$

Presjek III:

$$M_S = F_A \cdot 74 = -1011,3 \cdot 74 = 74\,836,2 \text{ Nmm}$$

$$T_{DISK} = 185,79 \text{ Nm}$$

$$\beta_{kf} = 1 + c_1 \cdot (\beta_{kf2} - 1) = 1 + 0,3 \cdot (2,5 - 1) = 1,45$$

$$c_1 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{51}{45} = 1,133\right) = 0,3$$

$$\beta_{kf2} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{0,6}{45} = 0,013, R_m = 370 \text{ MPa}\right) = 2,5$$

$$\beta_{kt} = 1 + c_2 \cdot (\beta_{kt1,4} - 1) = 1 + 0,6 \cdot (1,8 - 1) = 1,48$$

$$c_2 = f\left(\frac{D}{d} = \frac{51}{45} = 1,133\right) = 0,6$$

$$\beta_{kt1,4} = f\left(\frac{\rho}{d} = \frac{0,6}{45} = 0,013, R_m = 370 \text{ MPa}\right) = 1,8$$

$$M_{RED3} = \sqrt{(74\,836,2 \cdot 1,45)^2 + 0,75 \cdot (0,784 \cdot 185\,790 \cdot 1,48)^2} = 215\,939 \text{ Nmm}$$

$$W_3 = \frac{45^3 \pi}{32} = 8\,946,18 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{f3} = \frac{215\,939}{8\,946,18} = 24,138 \text{ Mpa}$$

$$b_1 = f(d = 45 \text{ mm}) = 0,83$$

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

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

$$S_3 = \frac{0,83 \cdot 0,9 \cdot 190}{1,5 \cdot 24,138} = 3,92$$

9.4. Kontrola ležaja

Kontrola nosivosti:

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

$P = P_r = F_B = 3332,3 \text{ N}$ – radijalna sila koja opterećuje ležaj

$n_m = 1406,8 \text{ min}^{-1}$ – broj okretaja uležištenog vratila u min^{-1}

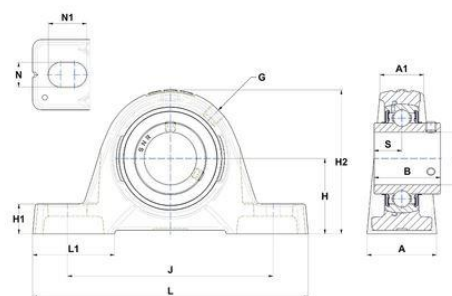
$L_{10h_min} = f(\text{poljoprivredni strojevi, maksimalni traženi radni vijek}) = 5\,000 \text{ h}$

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

$$C_1 = 3332,3 \cdot \left(\frac{60 \cdot 1406,8 \cdot 5\,000}{10^6} \right)^{1/3} = 24\,995,5 \text{ N}$$

$$C = 31\,850 \text{ N}$$

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



Technical data UCPE.209

| Product performance | |
|---------------------|----------|
| C | 31.85 kN |
| C0 | 20.8 kN |
| T min. | -20 °C |
| T max. | 100 °C |

Slika 43. Tehničke karakteristike ležaja

9.5. Broj vijaka potreban za prijenos momenta trenjem

Moment koji se treba prenijeti:

$$T_{DISK} = 185,79 \text{ Nm}$$

Obodna sila koju je potrebno prenijeti:

$$F = \frac{2 \cdot T_{DISK}}{d_F}$$

$d_F = 95 \text{ mm}$ – promjer na kojemu se nalaze vijci

$$F = \frac{2 \cdot 185,79}{0,095} = 3911,37 \text{ N}$$

Maksimalna dopuštena sila u vijku:

$$F_{VIJ} = \sigma_{VIJdop} \cdot A_j = R_e \cdot A_j$$

Za vijke M10 kvalitete 6.8 vrijedi:

$$R_m = 600 \text{ MPa}$$

$$R_e = 480 \text{ MPa}$$

$$A_j = 52,3 \text{ mm}^2$$

$$F_{VIJ} = 480 \cdot 52,3 = 25\,104 \text{ N}$$

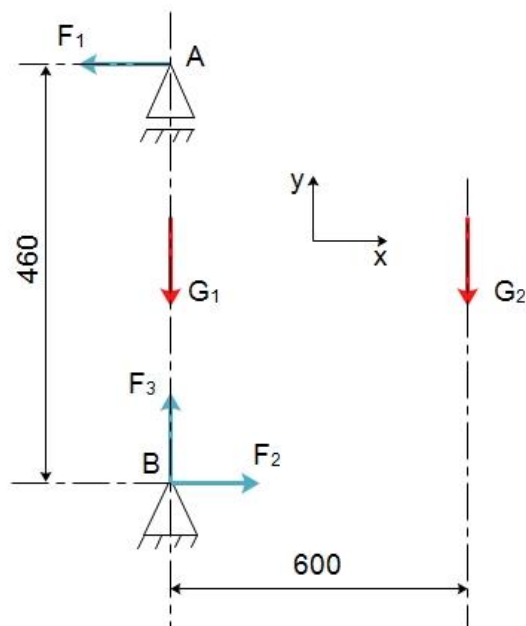
$$b_{min} = \frac{F}{\mu \cdot F_{VIJ}}$$

$$\mu = 0,1$$

$$b_{min} = \frac{3\,911,37}{0,1 \cdot 25\,104} = 1,56$$

$b = 5$ (odabrano radi ostvarivanja jednoličnije raspodijeljenog pritiska)

9.6. Kontrola donjeg nosivog zavora na okvirnoj konstrukciji



Slika 44. Opterećenje nosivih zavora

$$G_1 = m_{okv} \cdot g = 19 \cdot 9,81 = 186,4 \text{ N}$$

$$G_2 = (m_{uk} - m_{okv}) \cdot g = (180 - 19) \cdot 9,81 = 1579,4 \text{ N}$$

$$\sum F_x = 0$$

$$F_1 = F_2$$

$$\sum F_y = 0$$

$$F_3 = G_1 + G_2 = 1765,8 \text{ N}$$

$$\sum M_B = 0$$

$$F_1 \cdot 460 = G_2 \cdot 600$$

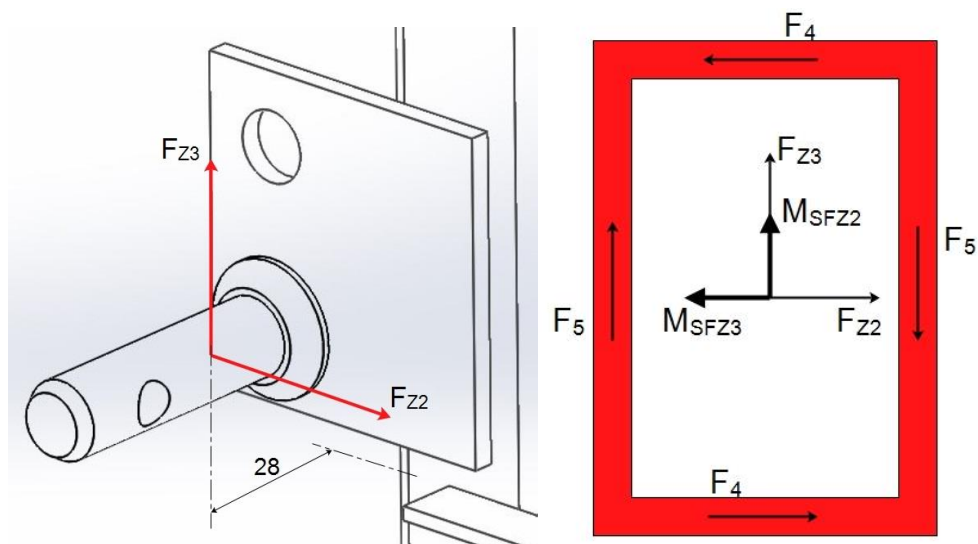
$$F_1 = 2060 \text{ N}$$

Budući da se priključak oslanja na traktor preko dvije ušice gore i preko dva svornjaka dolje stvarne sile koje opterećuju zavare dijele se sa dva.

$$F_{z1} = \frac{F_1}{2} = \frac{2060}{2} = 1030 \text{ N}$$

$$F_{Z2} = \frac{F_2}{2} = \frac{2060}{2} = 1030 \text{ N}$$

$$F_{Z3} = \frac{F_3}{2} = \frac{1765,8}{2} = 882,9 \text{ N}$$



Slika 45. Opterećenje donjeg nosivog zavara i redukcija sila na težište zavara

$$F_{Z2} \cdot 25 = F_4 \cdot 96$$

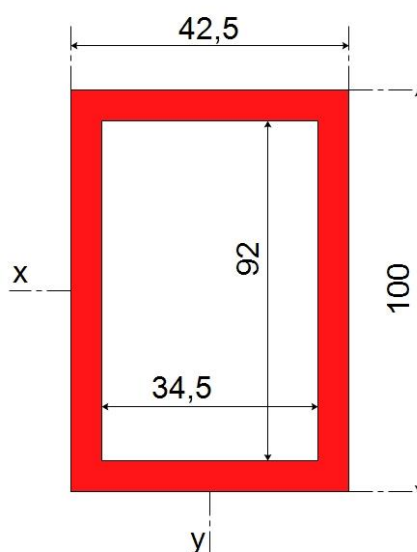
$$F_4 = \frac{F_{Z2} \cdot 25}{96} = \frac{1030 \cdot 25}{96} = 268,23 \text{ N}$$

$$F_{Z3} \cdot 48 = F_5 \cdot 38,5$$

$$F_5 = \frac{F_{Z3} \cdot 48}{38,5} = \frac{882,9 \cdot 48}{38,5} = 1100,76 \text{ N}$$

$$M_{SFZ2} = F_{Z2} \cdot 28 = 1030 \cdot 28 = 28\,840 \text{ Nmm}$$

$$M_{SFZ3} = F_{Z3} \cdot 28 = 882,9 \cdot 28 = 24\,721,2 \text{ Nmm}$$



Slika 46. Dimenzije zavara

$$W_x = \frac{42,5 \cdot 100^2}{6} - \frac{34,5 \cdot 92^2}{6} = 22\,165,33 \text{ mm}^3$$

$$W_y = \frac{100 \cdot 42,5^2}{6} - \frac{92 \cdot 34,5^2}{6} = 11\,853,67 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_{FZ2} = \frac{M_{SFZ2}}{W_y} = \frac{28\,840}{11\,853,67} = 2,43 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{FZ3} = \frac{M_{SFZ3}}{W_x} = \frac{24\,721,2}{22\,165,33} = 1,12 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{FZ2} = \frac{F_{Z2}}{A_{IIFZ2}} = \frac{1030}{42,5 \cdot 4 \cdot 2} = 3,03 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{FZ3} = \frac{F_{Z3}}{A_{IIFZ3}} = \frac{882,9}{100 \cdot 4 \cdot 2} = 1,1 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{F4} = \frac{F_4}{A_{IIF4}} = \frac{268,23}{42,5 \cdot 4} = 1,58 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{F5} = \frac{F_5}{A_{IIF5}} = \frac{1100,88}{100 \cdot 4} = 2,75 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{uk1} = \tau_{FZ2} + \tau_{F4} = 3,03 + 1,58 = 4,61 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{uk2} = \tau_{FZ3} + \tau_{F5} = 1,1 + 2,75 = 3,85 \text{ MPa}$$

U kritičnoj točki vrijedi:

$$\sigma_{max} = \sigma_{FZ2} + \sigma_{FZ3} = 2,34 + 1,12 = 3,46 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{max} = \tau_{uk1} = 4,61 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{RED} = \sqrt{\sigma_{max}^2 + 3 \cdot \tau_{max}^2}$$

$$\sigma_{RED} = \sqrt{3,46^2 + 3 \cdot 4,61^2} = 8,7 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{D(-1)dop} = f(B4, K3, S235JR) = 90 \text{ MPa}$$

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

$$\sigma_{RED} < \sigma_{Dv(0)dop} \rightarrow \text{Zadovoljava.}$$

10. ZAKLJUČAK

Završni rad prikazuje razvoj priključka za uklanjanje većih panjeva. Obuhvaća analizu tržišta, funkcijsku dekompoziciju, morfološku matricu, generiranje različitih koncepata i njihovo vrednovanje, potreban proračun odabranih dijelova te konstrukcijsku razradu uključujući i izradu tehničke dokumentacije. U analizi tržišta pokazana je usporedba različitih tipova strojeva za uklanjanje panjeva koji se mogu naći na tržištu, od razvrtača, preko drobilica pa do priključaka koji uklanjaju cijeli panj zajedno sa korijenom. Analizom pozitivnih i negativnih strana određenog tipa priključka došao sam do zaključka da je za ovaj završni rad najprimjereniji tip drobilica te se nastavak rada veže na taj odabir.

Funckijska dekompozicija dala je prikaz osnovnih funkcija koje stroj mora ispunjavati te je dalje u morfološkoj matrici za svaku funkciju dano nekoliko rješenja kako bi se olakšalo generiranje koncepata. Nadalje je generirano tri koncepta koji se razlikuju u pogledu izvedbe potrebne multiplikacije broja okretaja, veličini reznog diska i položaju osnovnih komponenteata. Vrednovanjem koncepata odabran je koncept za daljnje detaljiranje i konstrukcijsku razradu.

Proračunati su odabrani kritični konstrukcijski dijelovi poput vratila, pojedinih vijaka (prijenos momenta trenjem), izvršena je kontrola ležaja i nosivog zavora na okvirnoj konstrukciji te je određen potreban broj klinastih remena i izvedena kontrola učestalosti savijanja istih.

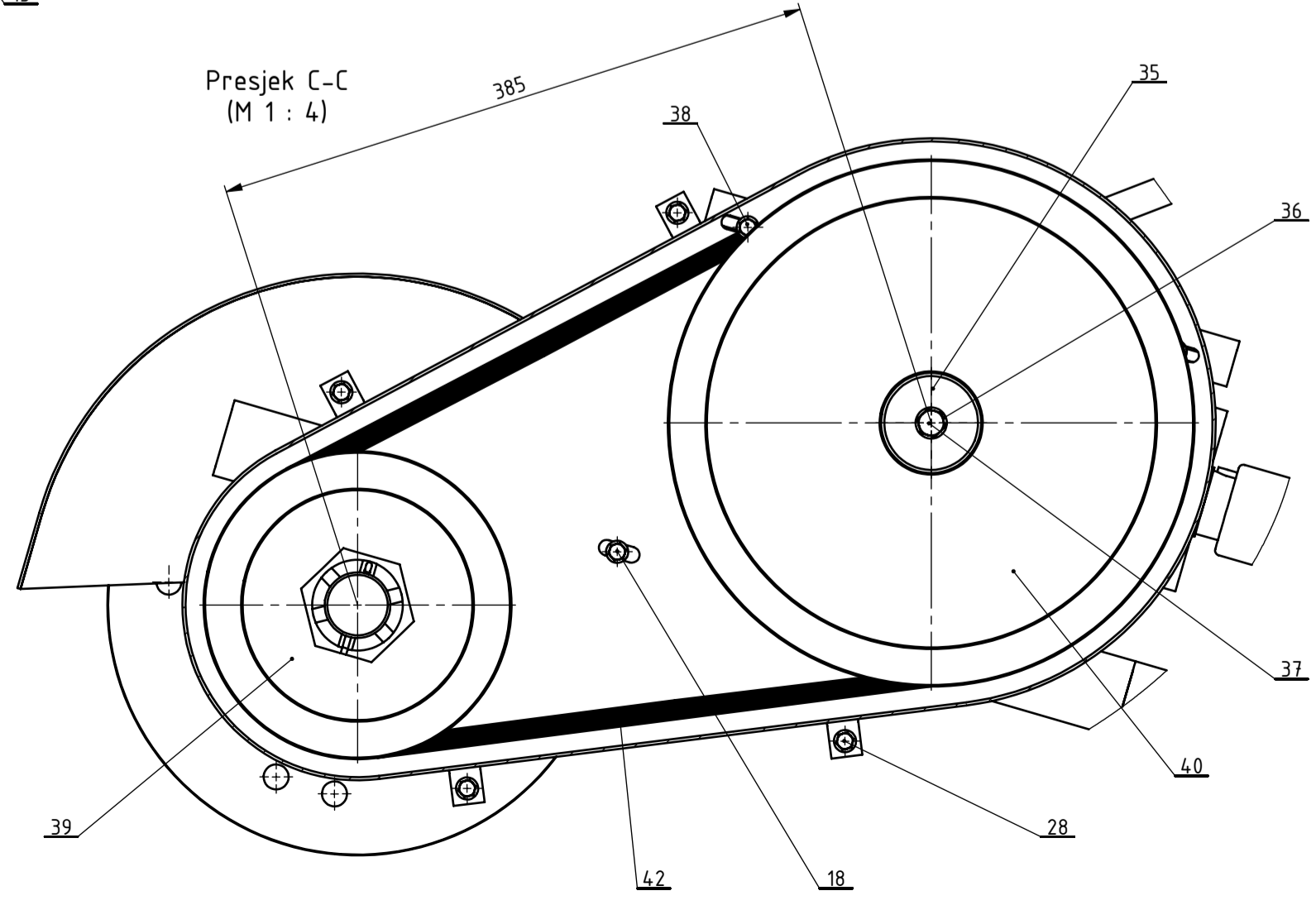
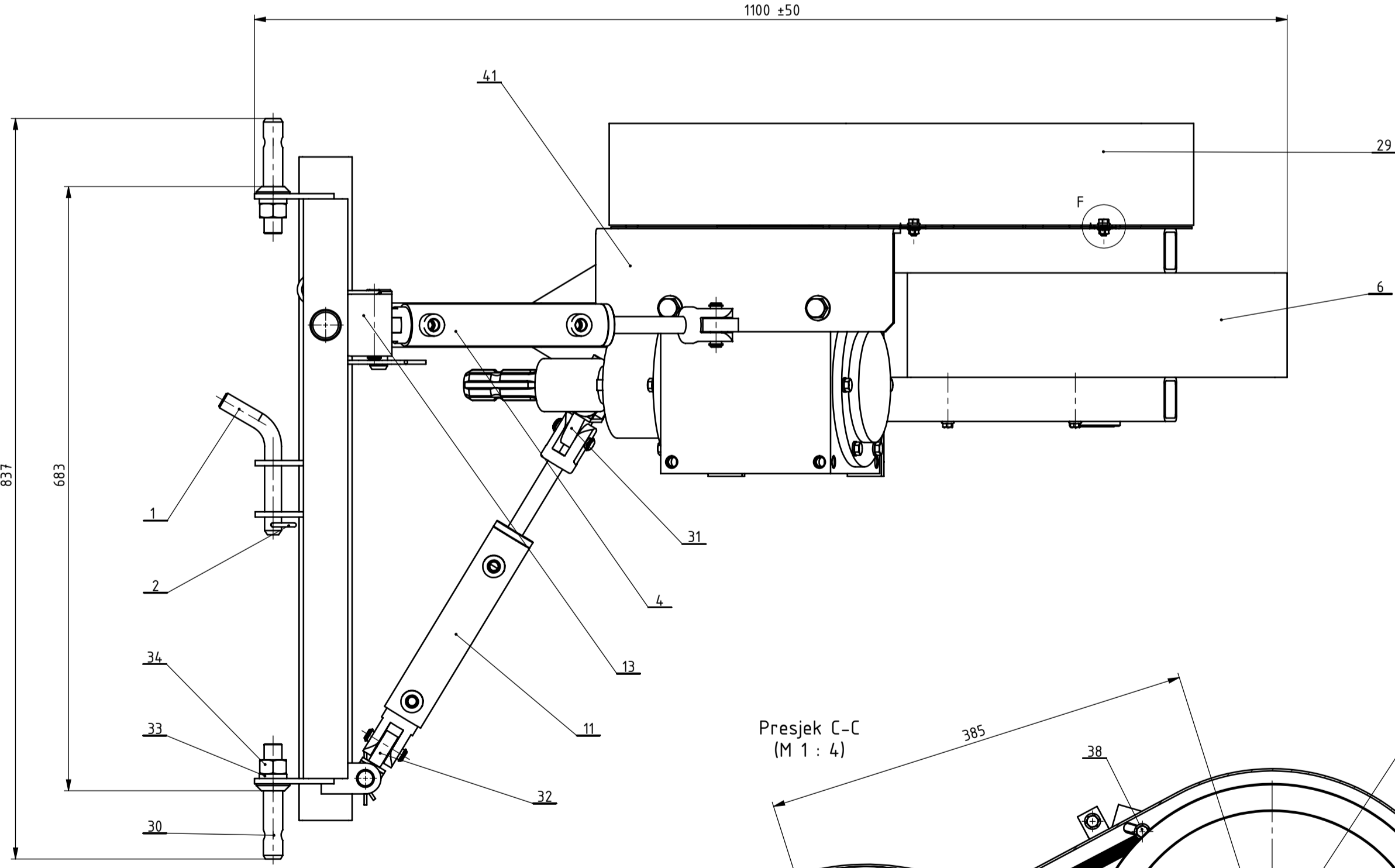
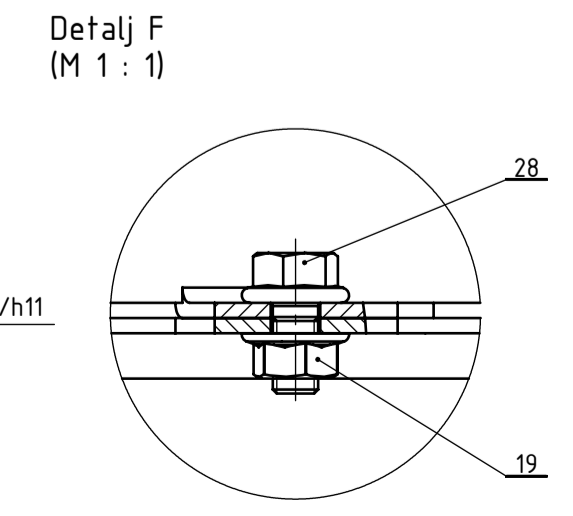
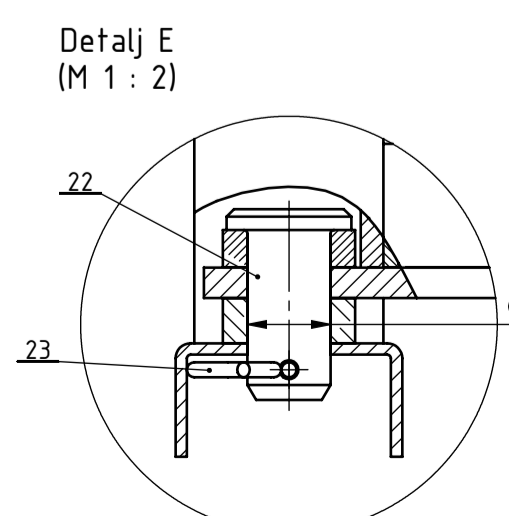
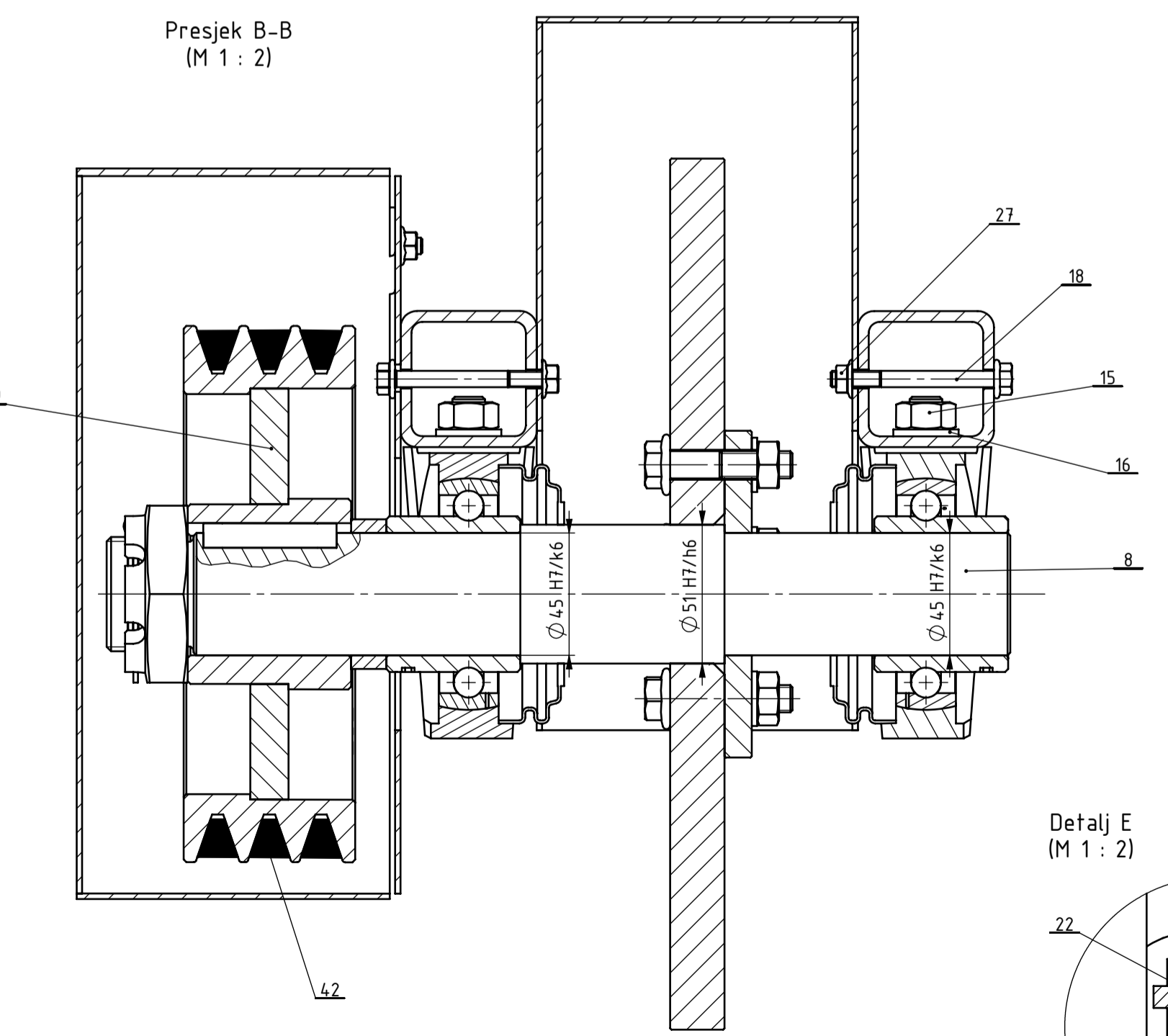
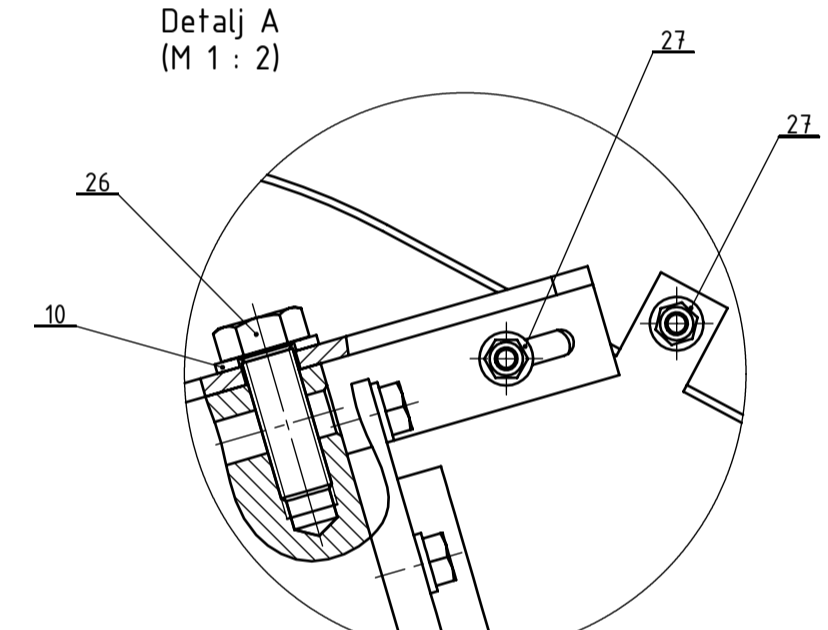
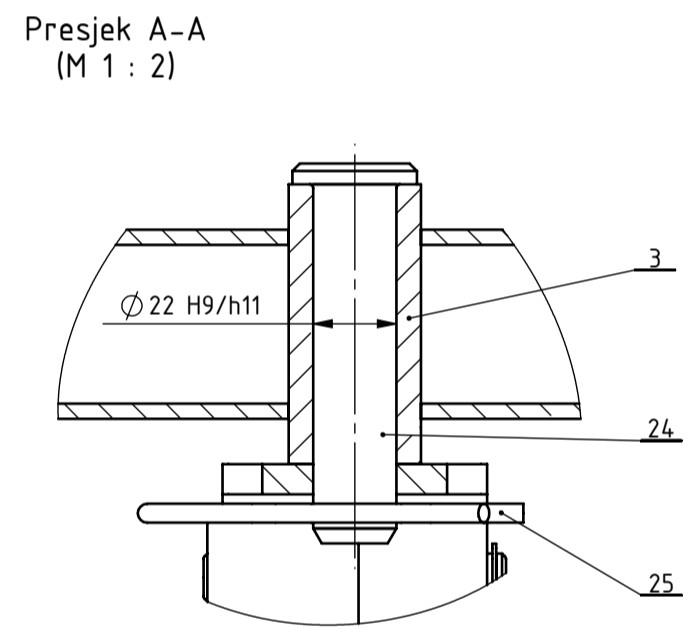
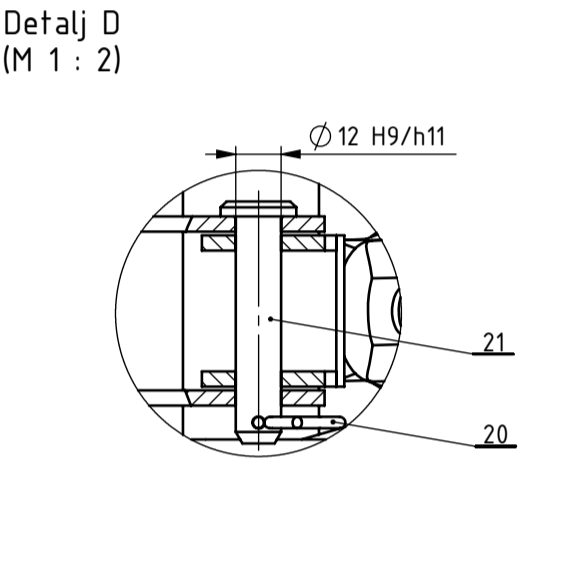
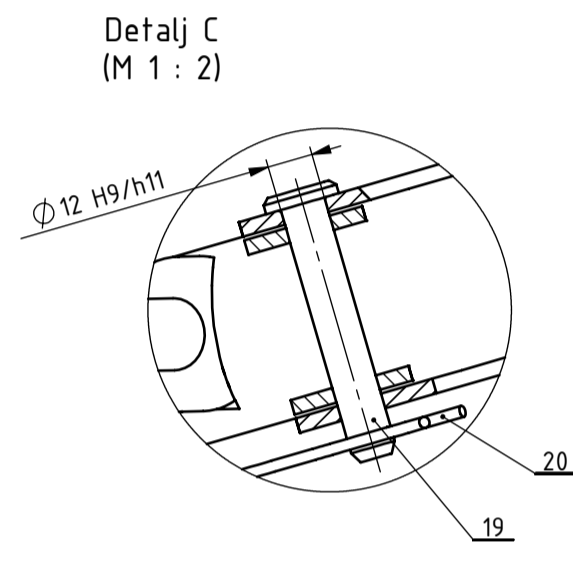
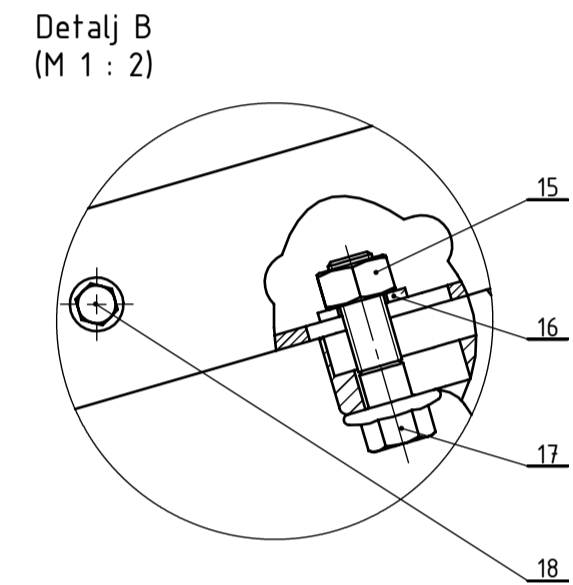
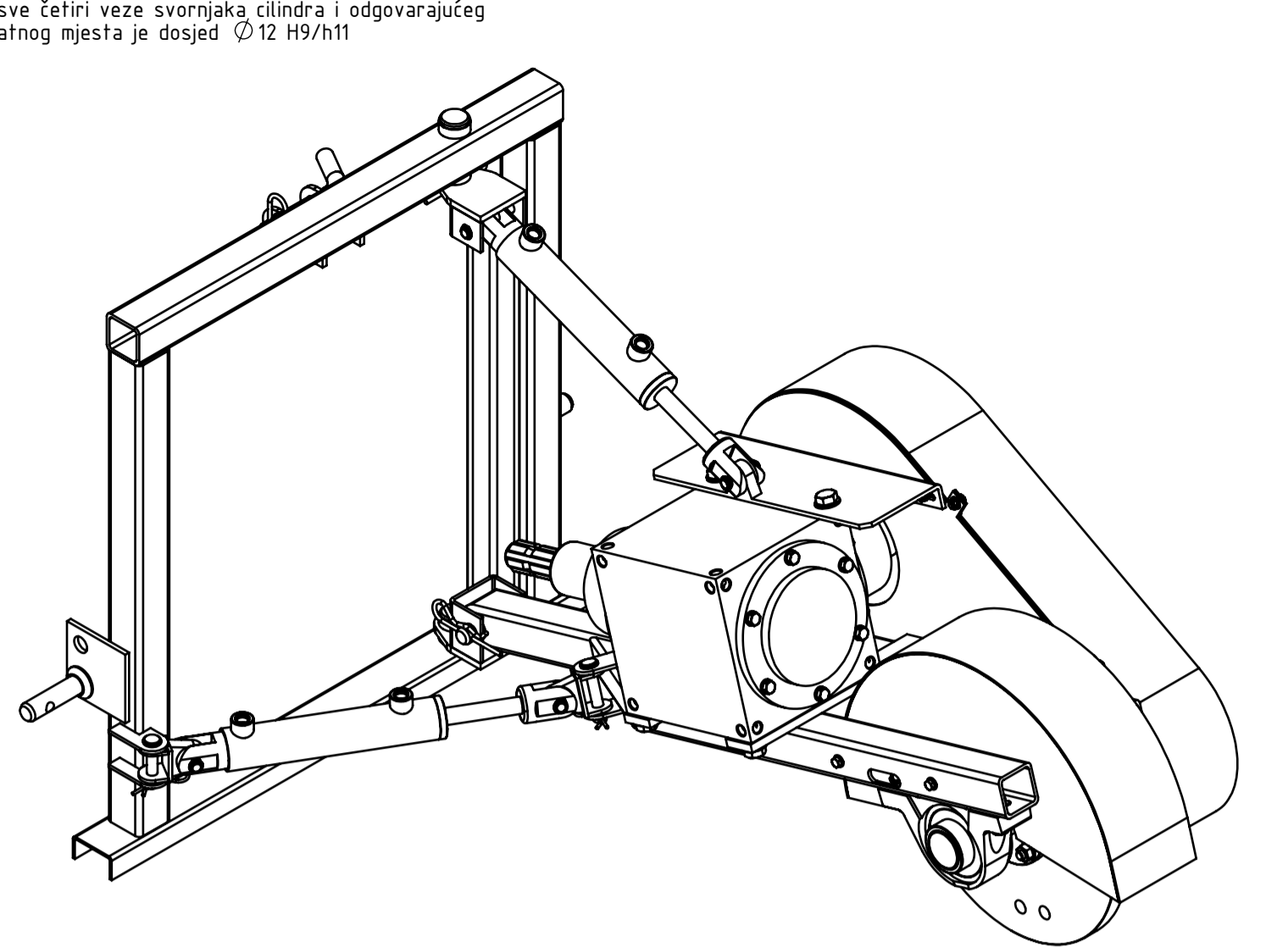
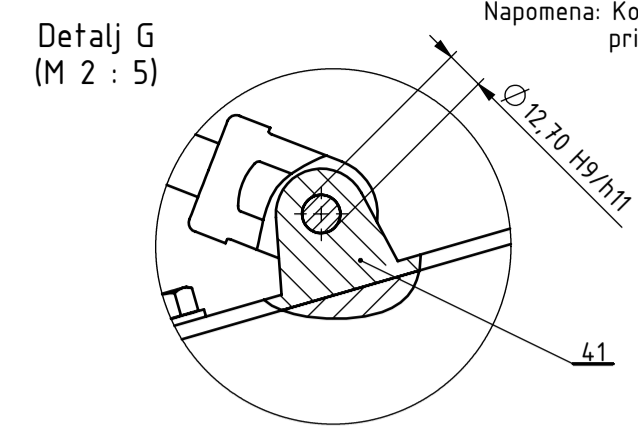
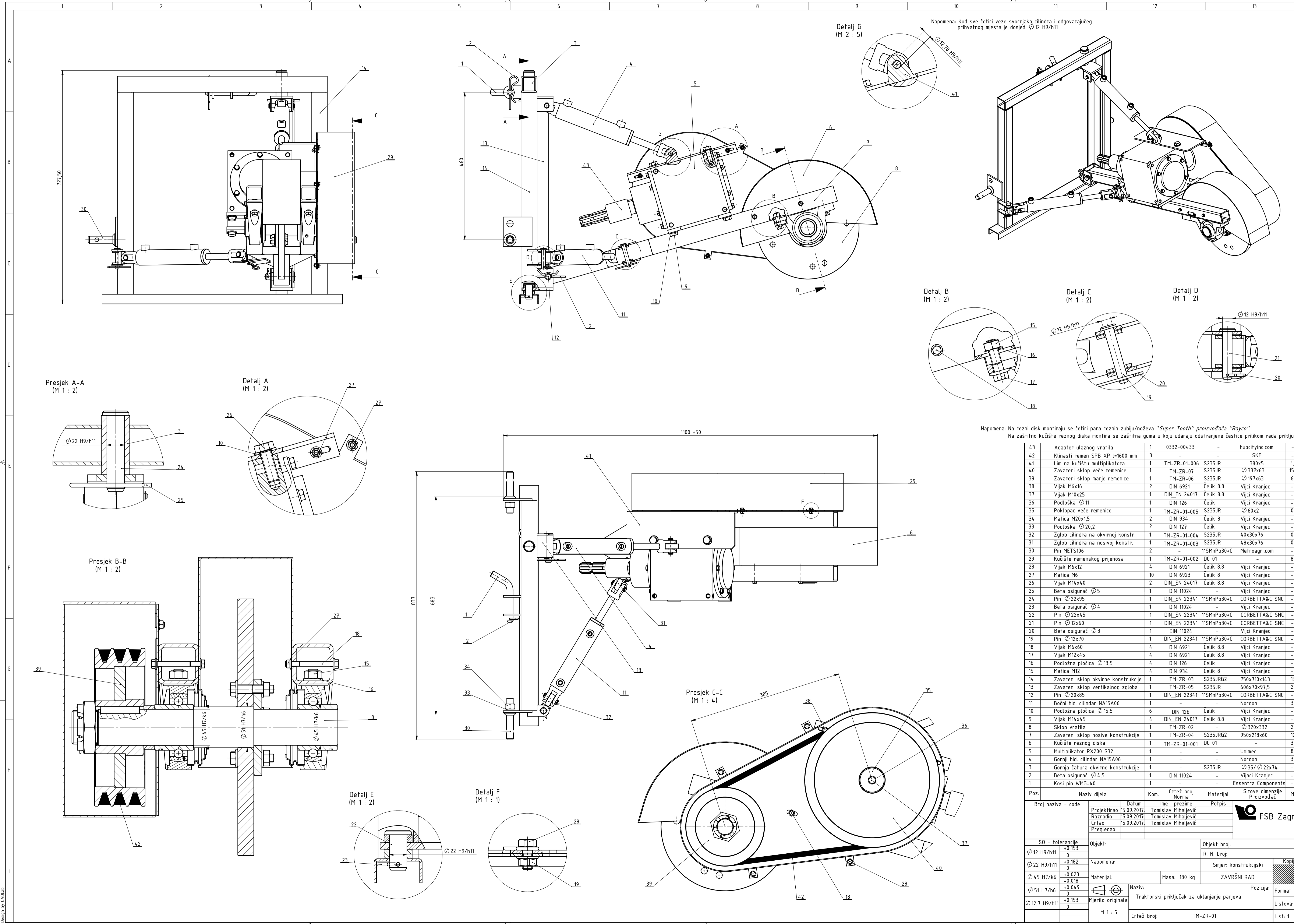
Priključak je razvijen i konstruiran sa namjerom da bude primjeren za manje traktore sa sposobnošću razvijanja manjih i srednjih snaga budući da su na tržištu manji strojevi za uklanjanje panjeva uglavnom izvedeni kao samostalni strojevi sa vlastitim pogonom, a ne kao traktorski priključci.

11. LITERATURA

- [1] Decker, K.H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga, Zagreb, 2006.
- [2] Kraut, B.: Strojarski priručnik, Sajema, Zagreb, 2009
- [3] Osovine i vratila, podloge uz predavanja, FSB, Zagreb, 2014.
- [4] Ležajevi, podloge uz predavanja, FSB, Zagreb, 2014.
- [5] Remenski prijenos, podloge uz predavanja, FSB, Zagreb, 2014.
- [6] Horvat, Z. i suradnici: Vratilo, proračun, FSB, Zagreb
- [7] Kranjčević, N.: ELEMENTI STROJEVA, Zagreb, 2012
- [8] Herold, Z.: Stezni i zavareni spoj, FSB, Zagreb, 1998.
- [9] Herold, Z.: Računalna i inženjerska grafika, FSB, Zagreb, 2003.
- [10] <https://en.wikipedia.org/wiki/Tractor>
- [11] <http://www.savjetodavna.hr/savjeti/19/512/poljoprivredni-traktor-i-osnovno-odrzavanje-traktora/>
- [12] https://en.wikipedia.org/wiki/Power_take-off#Technical_standardization
- [13] https://en.wikipedia.org/wiki/Three-point_hitch
- [14] ISO 730 – 3 point linkage.pdf – preuzeto sa: <http://www.tractorbynet.com>
- [15] <https://www.groundworkexperts.com/product/construction-equipment/excavatorattachments/stumpdrills/tractor-mounted-stump-drills/>
- [16] <http://www.erskineattachments.com/attachments/compacttractor/3-point-stump-grinder/>
- [17] <http://www.blec.co.uk/products/stump-grinder>
- [18] <http://www.ase-equipments.com/pince-croque-souche-x-teho-en.html>
- [19] [http://www.skf.com/binary/21-253870/Catalogue---SKF-Xtra-Power-Belts---10552_4-EN-\(Low-Res\).pdf](http://www.skf.com/binary/21-253870/Catalogue---SKF-Xtra-Power-Belts---10552_4-EN-(Low-Res).pdf)
- [20] https://www.ntn-snr.com/sites/default/files/2017-03/ntn_bearing_units_en.pdf
- [21] <http://www.unimec.eu/bevel-gearboxes.htm>
- [22] <http://www.nordoncyl.com.au/na-series-standard-cylinders>
- [23] https://www.cerjak.si/media/uploads/public/document/7-c_line_2015_en_en.pdf
- [24] <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/99515.pdf>

PRILOZI

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



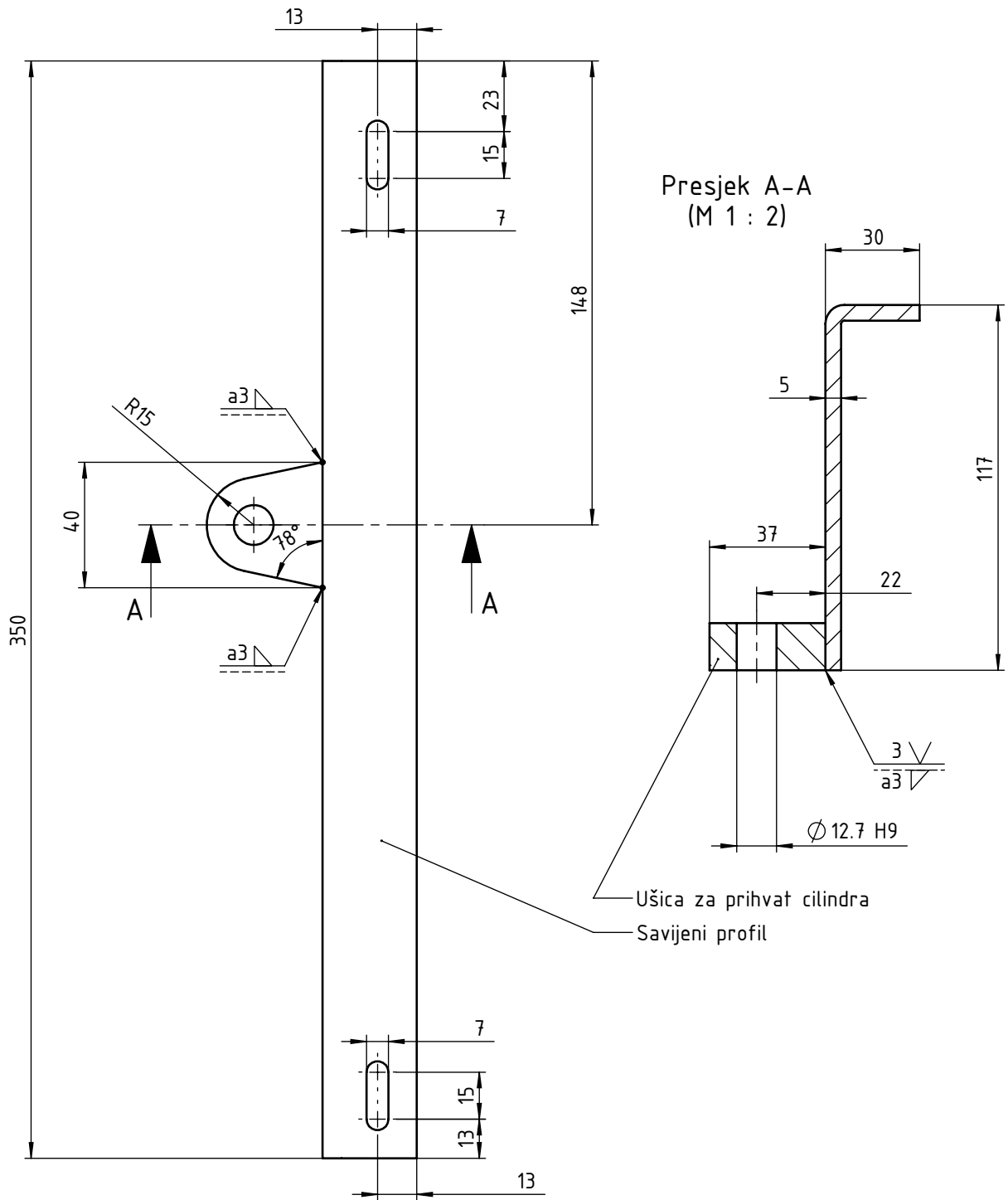
Napomena: Na rezni disk montiraju se četiri para reznih zubiju/noževa "Super Tooth" proizvođača "Rayco".
Na zaštitno kućište reznog diska montira se zaštitna guma u koju udaraju odstranjene čestice prilikom rada priključka.

| 43 | Adapter ulaznog vratila | 1 | 0332-00433 | - | hubcityinc.com | - |
|----|-------------------------------------|----|--------------|-------------|---------------------|-------|
| 42 | Klinasti remen SPB XP L=1600 mm | 3 | - | - | SKF | - |
| 41 | Lim na kućištu multiplikatora | 1 | TM-ZR-01-006 | S235JR | 380x5 | 1,99 |
| 40 | Zavareni sklop veće remenice | 1 | TM-ZR-07 | S235JR | ∅ 337x63 | 15,59 |
| 39 | Zavareni sklop manje remenice | 1 | TM-ZR-06 | S235JR | ∅ 197x63 | 6,42 |
| 38 | Vijak M6x16 | 2 | DIN 6921 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 37 | Vijak M10x25 | 1 | DIN EN 24017 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 36 | Podloška ∅11 | 1 | DIN 126 | Čelik | Vijci Kranjec | - |
| 35 | Poklopac veće remenice | 1 | TM-ZR-01-005 | S235JR | ∅ 60x2 | 0,05 |
| 34 | Matica M20x15 | 2 | DIN 934 | Čelik 8 | Vijci Kranjec | - |
| 33 | Podloška ∅ 20,2 | 2 | DIN 127 | Čelik | Vijci Kranjec | - |
| 32 | Zglob cilindra na okvirnoj konstr. | 1 | TM-ZR-01-004 | S235JR | 40x30x76 | 0,2 |
| 31 | Zglob cilindra na nosivoj konstr. | 1 | TM-ZR-01-003 | S235JR | 48x30x76 | 0,2 |
| 30 | Pin METS106 | 2 | - | 11SMnPb30+C | Metroagri.com | - |
| 29 | Kućište remenskog prijenosa | 1 | TM-ZR-01-002 | DC 01 | - | 8,42 |
| 28 | Vijak M6x12 | 4 | DIN 6921 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 27 | Matica M6 | 10 | DIN 6923 | Čelik 8 | Vijci Kranjec | - |
| 26 | Vijak M14x4,0 | 2 | DIN EN 24017 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 25 | Beta osigurač ∅ 5 | 1 | DIN 11024 | - | Vijci Kranjec | - |
| 24 | Pin ∅ 22x95 | 1 | DIN EN 22341 | 11SMnPb30+C | CORBETTA&C SNC | - |
| 23 | Beta osigurač ∅ 4 | 1 | DIN 11024 | - | Vijci Kranjec | - |
| 22 | Pin ∅ 22x45 | 1 | DIN EN 22341 | 11SMnPb30+C | CORBETTA&C SNC | - |
| 21 | Pin ∅ 12x60 | 1 | DIN EN 22341 | 11SMnPb30+C | CORBETTA&C SNC | - |
| 20 | Beta osigurač ∅ 3 | 1 | DIN 11024 | - | Vijci Kranjec | - |
| 19 | Pin ∅ 12x70 | 1 | DIN EN 22341 | 11SMnPb30+C | CORBETTA&C SNC | - |
| 18 | Vijak M6x60 | 4 | DIN 6921 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 17 | Vijak M12x4,5 | 4 | DIN 6921 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 16 | Podložna pločica ∅ 13,5 | 4 | DIN 126 | Čelik | Vijci Kranjec | - |
| 15 | Matica M12 | 4 | DIN 934 | Čelik 8 | Vijci Kranjec | - |
| 14 | Zavareni sklop okvirne konstrukcije | 1 | TM-ZR-03 | S235JRG2 | 750x710x143 | 13,85 |
| 13 | Zavareni sklop vertikalnog zgloba | 1 | TM-ZR-05 | S235JR | 606x70x97,5 | 2,52 |
| 12 | Pin ∅ 20x85 | 1 | DIN EN 22341 | 11SMnPb30+C | CORBETTA&C SNC | - |
| 11 | Bočni hid. cilindar NA15A06 | 1 | - | - | Nordon | 3,12 |
| 10 | Podložna pločica ∅ 15,5 | 6 | DIN 126 | Čelik | Vijci Kranjec | - |
| 9 | Vijak M14x4,5 | 4 | DIN EN 24017 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 8 | Sklop vratila | 1 | TM-ZR-02 | - | ∅ 320x332 | 28,49 |
| 7 | Zavareni sklop nosive konstrukcije | 1 | TM-ZR-04 | S235JRG2 | 950x218x60 | 12,21 |
| 6 | Kućište reznog diska | 1 | TM-ZR-01-001 | DC 01 | - | 3,3 |
| 5 | Multiplikator RX200 S32 | 1 | - | - | Unimec | 84 |
| 4 | Gornji hid. cilindar NA15A06 | 1 | - | - | Nordon | 3,12 |
| 3 | Gornja čahura okvirne konstrukcije | 1 | - | S235JR | ∅ 35 / ∅ 22x74 | - |
| 2 | Beta osigurač ∅ 4,5 | 1 | DIN 11024 | - | Vijci Kranjec | - |
| 1 | Kosi pin WMG-40 | 1 | - | - | Essentra Components | - |

| Broj naziva - code | | Datum | | Ime i prezime | | Potpis | |
|--------------------|--|------------|--|--------------------|--|--------|--|
| Projektno | | 15.09.2017 | | Tomislav Mihajević | | | |
| Razradio | | 15.09.2017 | | Tomislav Mihajević | | | |
| Crtao | | 15.09.2017 | | Tomislav Mihajević | | | |
| Pregledao | | | | | | | |

| | | |
|-------------------|------------------|---|
| ISO - tolerancije | Objekt: | Objekt broj: |
| ∅ 12 H9/h11 | +0,153 0 | R. N. broj: |
| ∅ 22 H9/h11 | +0,182 0 | Napomena: |
| ∅ 45 H7/k6 | +0,023 -0,018 | Materijal: |
| ∅ 51 H7/h6 | +0,049 0 | Masa: 180 kg |
| ∅ 12,7 H9/h11 | +0,153 0 | Mjerilo originala: |
| | M 1 : 5 | Naziv: |
| | | Traktorski priključak za uklanjanje panjeva |
| | | Crtež broj: |
| | | TM-ZR-01 |

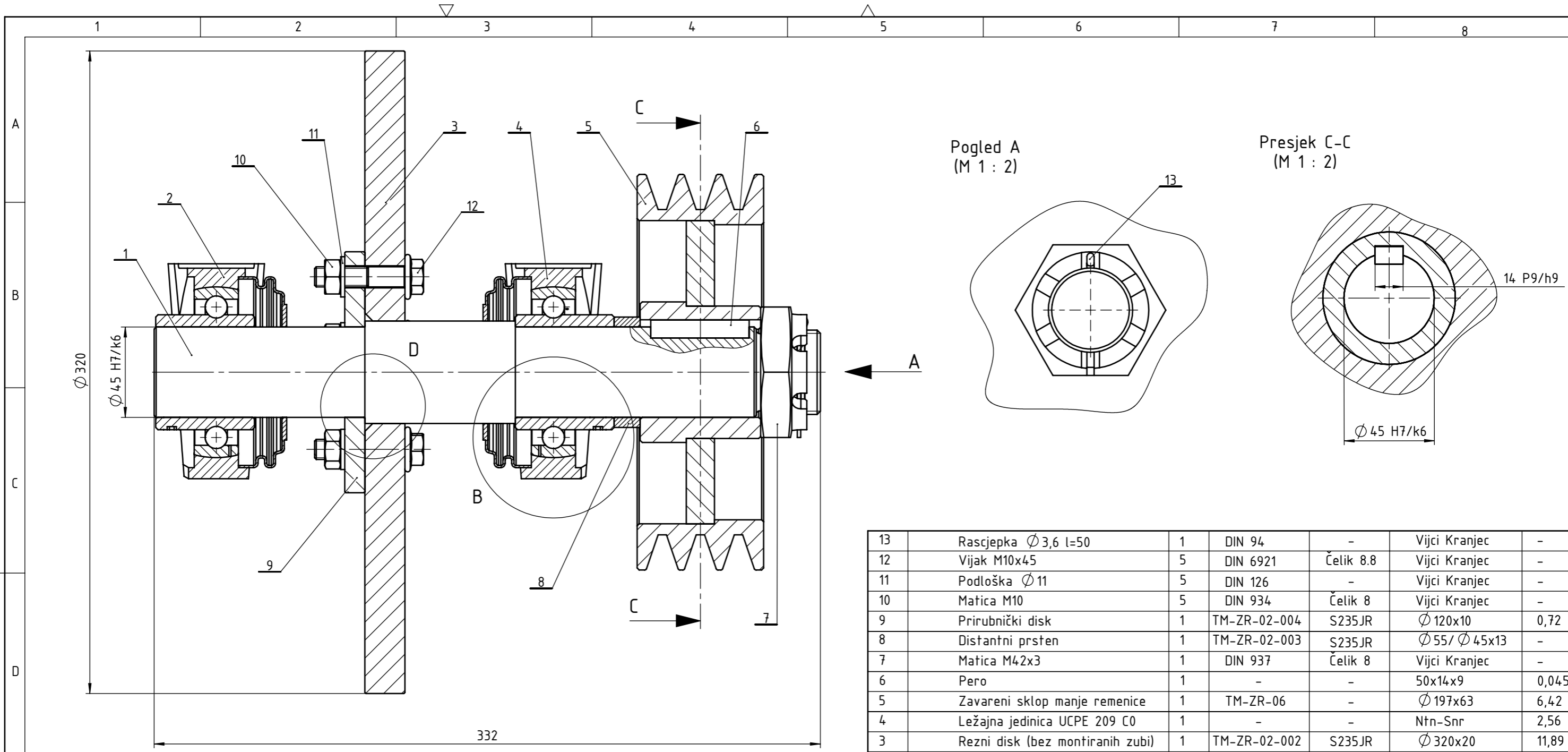




Presjek A-A
(M 1 : 2)

Ušica za prihvat cilindra
Savijeni profil

| | | | | | |
|-----------------------|-------------|--------------------|-------------------------------|--------------|---|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | Razradio | 16.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | |
| | Crtao | 16.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | |
| | Pregledao | | | | |
| ISO - tolerancije | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| $\varnothing 12,7 H9$ | $+0,043$ | | | | R. N. broj: |
| | 0 | Napomena: | | | Smjer: konstrukcijski |
| | | Materijal: S235JR | Masa: 1,99 kg | ZAVRŠNI RAD |  |
| | | Naziv: | | Pozicija: | |
| | | Mjerilo originala: | | 41 | Format: A4 |
| | | M 1 : 2 | Lim na kućištu multiplikatora | | Listova: 10 |
| | | | Crtež broj: | TM-ZR-01-006 | List: 8 |



Pogled A
(M 1 : 2)

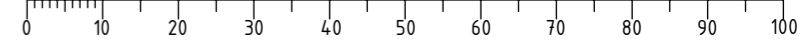
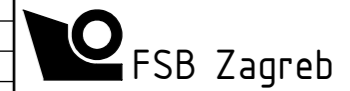
Presjek C-C
(M 1 : 2)

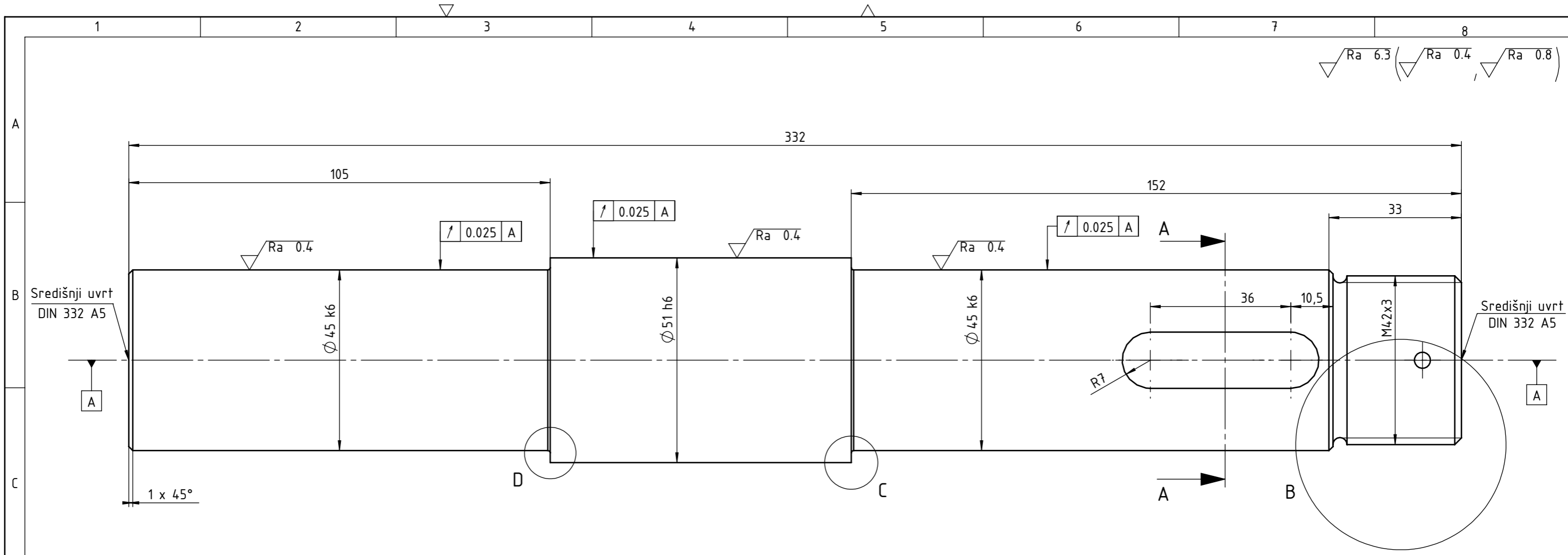
Detalj B
(M 1 : 1)

Detalj D
(M 1 : 1)

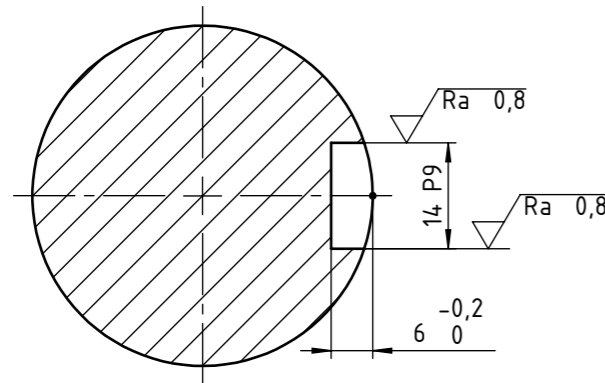
| | | | | | | |
|----|----------------------------------|---|--------------|-----------|---|-------|
| 13 | Rascjepka $\varnothing 3,6$ l=50 | 1 | DIN 94 | - | Vijci Kranjec | - |
| 12 | Vijak M10x45 | 5 | DIN 6921 | Čelik 8.8 | Vijci Kranjec | - |
| 11 | Podloška $\varnothing 11$ | 5 | DIN 126 | - | Vijci Kranjec | - |
| 10 | Matica M10 | 5 | DIN 934 | Čelik 8 | Vijci Kranjec | - |
| 9 | Prirubnički disk | 1 | TM-ZR-02-004 | S235JR | $\varnothing 120 \times 10$ | 0,72 |
| 8 | Distantni prsten | 1 | TM-ZR-02-003 | S235JR | $\varnothing 55 / \varnothing 45 \times 13$ | - |
| 7 | Matica M42x3 | 1 | DIN 937 | Čelik 8 | Vijci Kranjec | - |
| 6 | Pero | 1 | - | - | 50x14x9 | 0,045 |
| 5 | Zavareni sklop manje remenice | 1 | TM-ZR-06 | - | $\varnothing 197 \times 63$ | 6,42 |
| 4 | Ležajna jedinica UCPE 209 C0 | 1 | - | - | Ntn-Snr | 2,56 |
| 3 | Rezni disk (bez montiranih zubi) | 1 | TM-ZR-02-002 | S235JR | $\varnothing 320 \times 20$ | 11,89 |
| 2 | Ležajna jedinica UCPE 209 C0 | 1 | - | - | Ntn-Snr | 2,56 |
| 1 | Vratilo | 1 | TM-ZR-02-001 | S235JR | $\varnothing 51 \times 332$ | 4,29 |

| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------------------------|------------------|---------------|---------------------|----------------|-----------------------------|------|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | | |
| Projektirao | | 15.09.2017 | Tomislav Mihaljević | | | |
| Razradio | | 15.09.2017 | Tomislav Mihaljević | | | |
| Crtao | | 15.09.2017 | Tomislav Mihaljević | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| $\varnothing 45$ H7/k6 | +0,023 -0,018 | | | R. N. broj: | | |
| $\varnothing 51$ H7/h6 | +0,049 0 | Napomena: | | | | |
| 14 P9/h9 | +0,025 -0,061 | Materijal: | | Masa: 28,49 kg | | |
| Mjerilo originala: | | Naziv: | | Pozicija: | | |
| M 1 : 2 | | Sklop vratila | | 8 | | |
| | | Crtež broj: | | List: 2 | | |
| | | TM-ZR-02 | | | | |

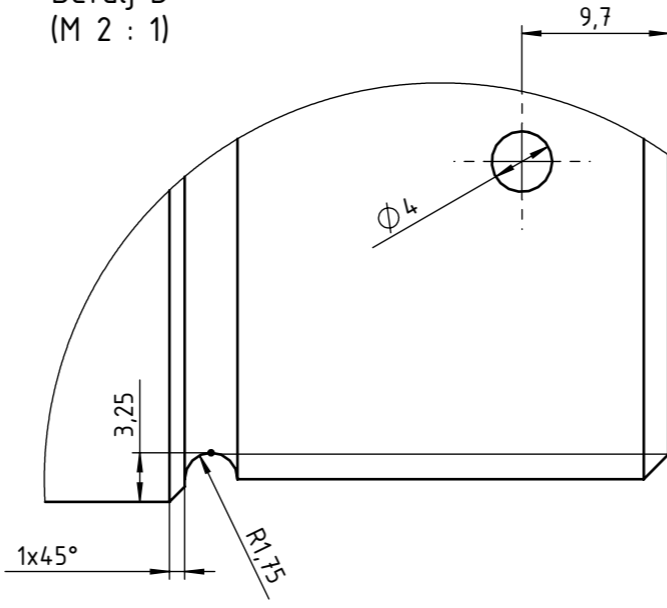




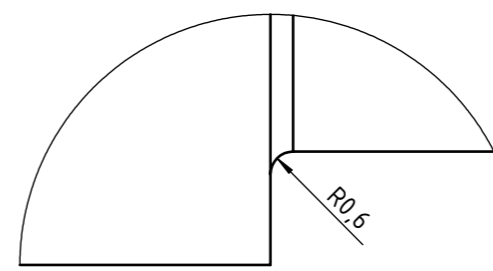
Presjek A-A
(M 1 : 1)



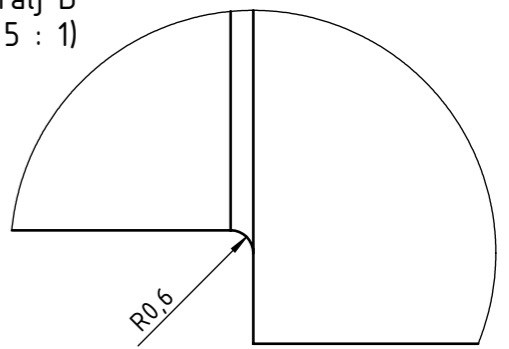
Detalj B
(M 2 : 1)



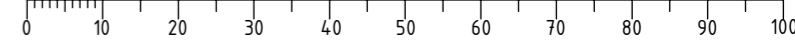
Detalj C
(M 5 : 1)



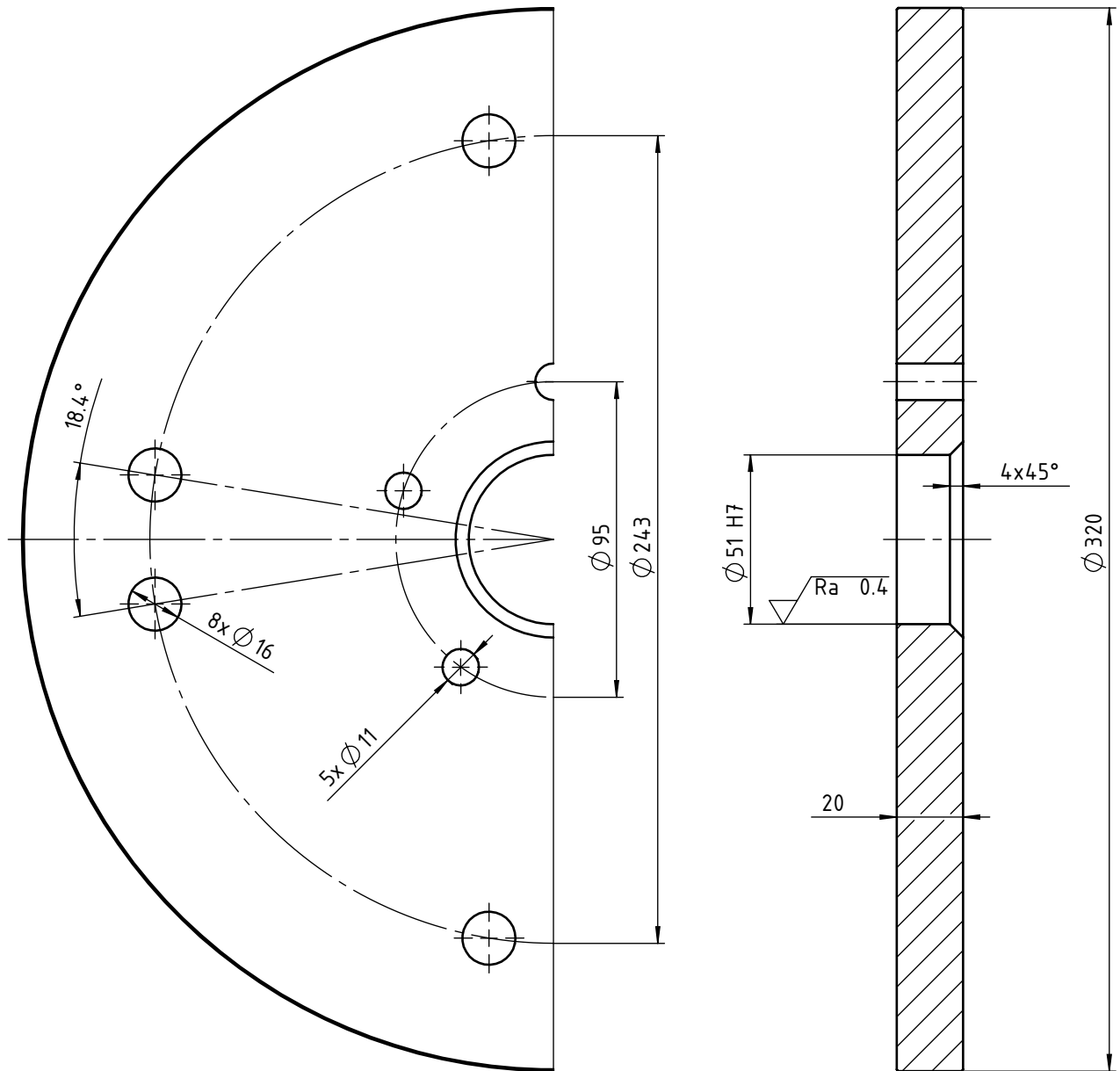
Detalj D
(M 5 : 1)


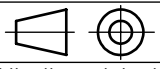


| | | | | | |
|--------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------|--|
| Broj naziva - code | Projektirao | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | Potpis | |
| | Razradio | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | | |
| | Crtao | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Mentor | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | |
| Ø 45 k6 | +0.018 +0.002 | | | R. N. broj: | |
| Ø 51 h6 | 0 -0.019 | Napomena: | | Smjer: konstrukcijski | |
| 14 P9 | -0.018 -0.061 | Materijal: S235JR | | Masa: 4,29 kg | |
| | | Naziv: | | ZAVRŠNI RAD | |
| | | Mjerilo originala: | | Pozicija: | |
| | | M 1 : 1 | | 8-1 | |
| | | Crtež broj: | | TM-ZR-02-001 | |
| | | | | List: 3 | |

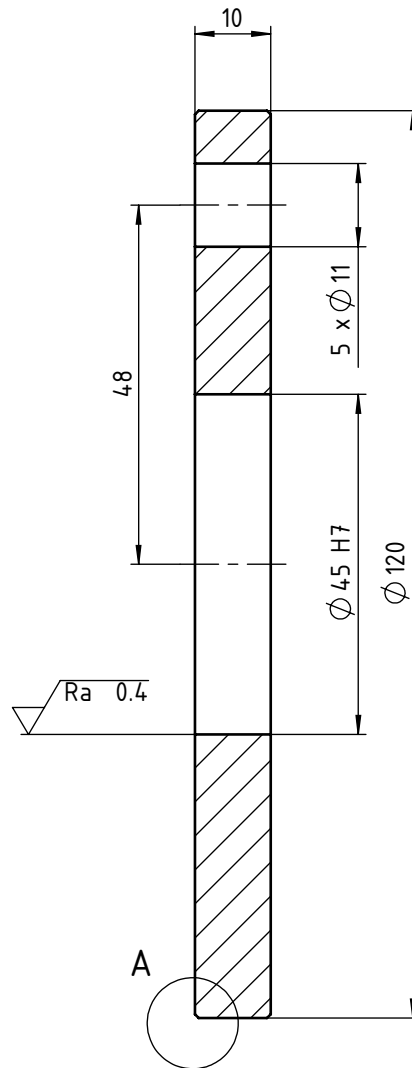


▽ Ra 6.3 (▽ Ra 0.4)

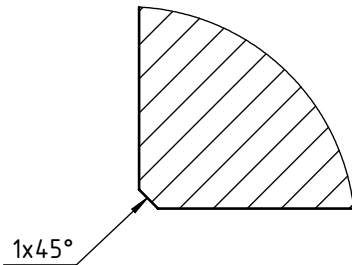



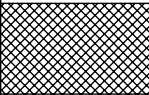
| | | | | | | | |
|--------------------|-------------|--|---------------|---------------------|-----------------------|---|--|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | | Potpis |  FSB Zagreb | |
| | | Projektirao | 11.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| | | Razradio | 11.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| | | Crtao | 11.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Pregledao | | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | | Objekt broj: | | |
| Ø 51 H7 | +0,030 0 | | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: Oboriti vanjske bridove | | | Smjer: konstrukcijski | | |
| | | Materijal: S235JR | | Masa: 11,85 kg | ZAVRŠNI RAD | | |
| | |  Naziv: | | | Pozicija: | | |
| | | Mjerilo originala: | | | 8-3 | | |
| | | M 1 : 2 | | | Format: A4 | | |
| | | Crtež broj: TM-ZR-02-002 | | | Listova: 10 | | |
| | | | | | List: 4 | | |

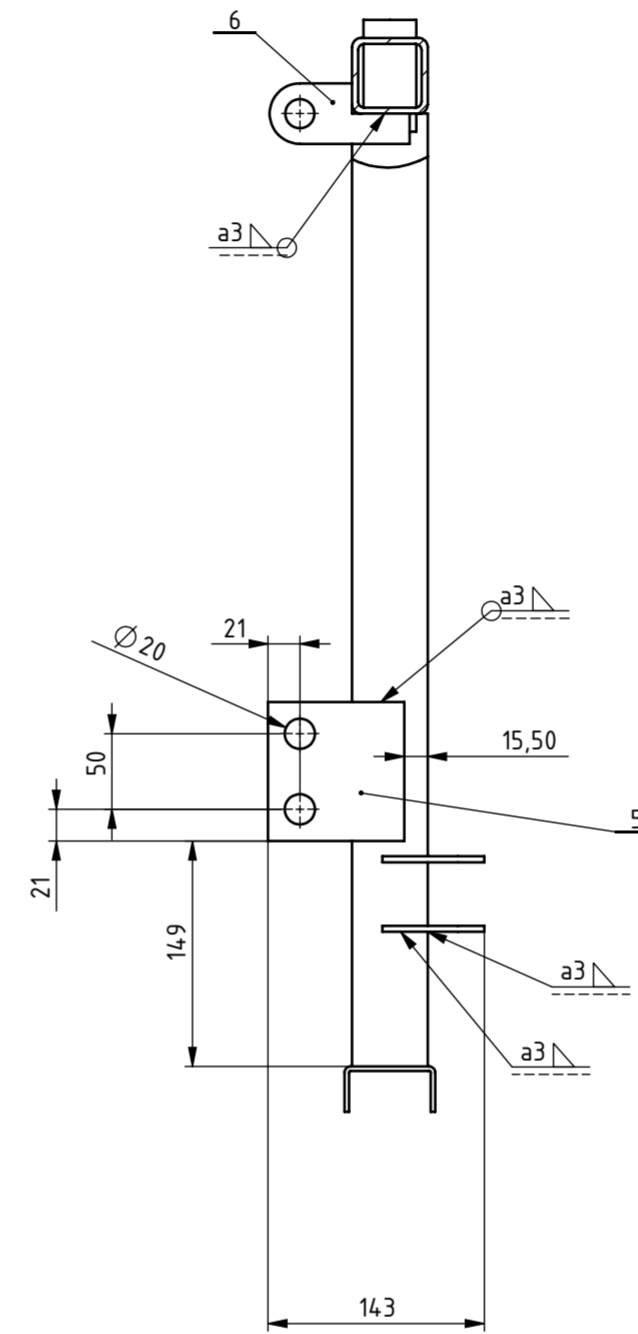
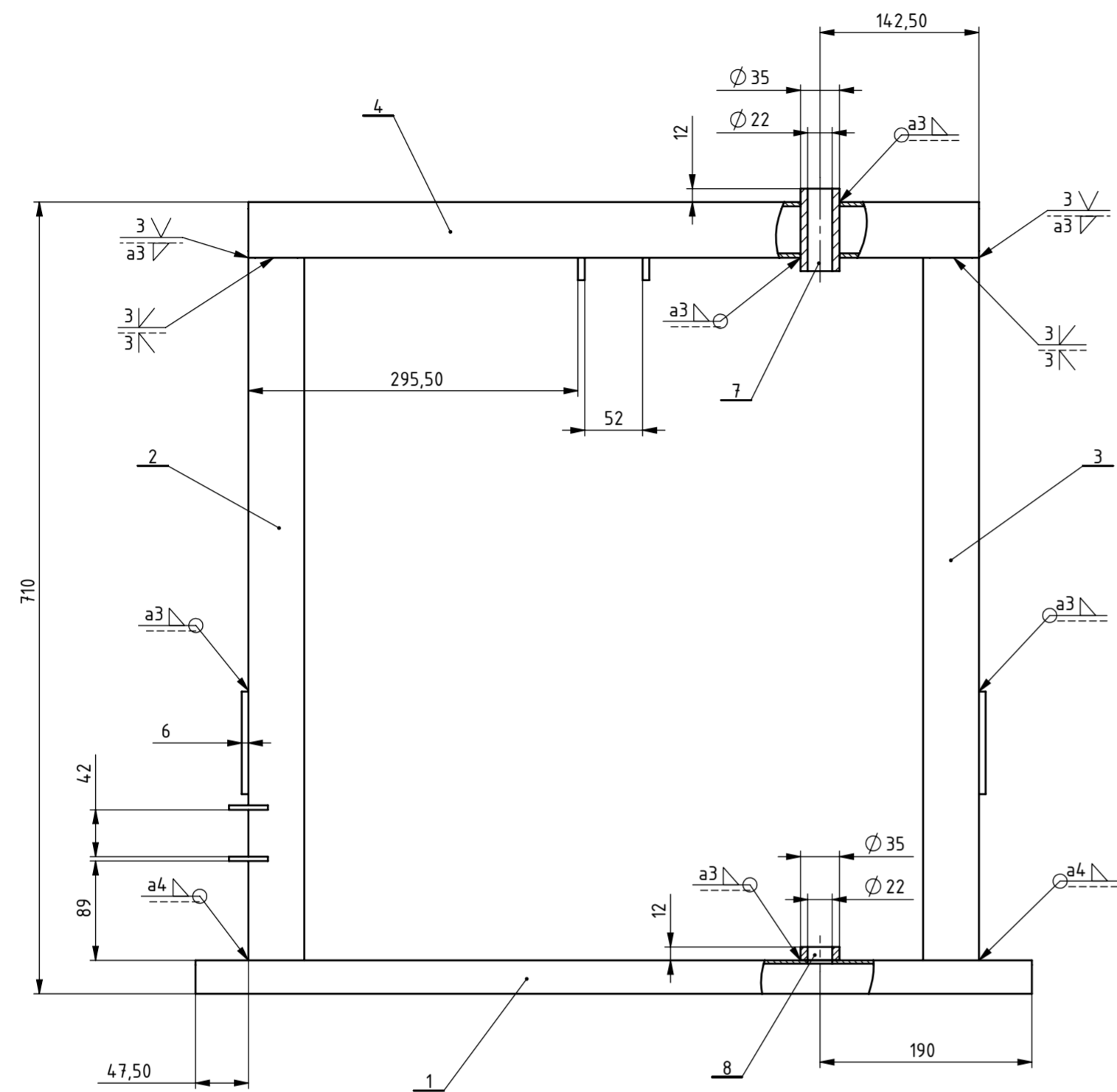
$\sqrt{Ra\ 6.3}$ ($\sqrt{Ra\ 0.4}$)



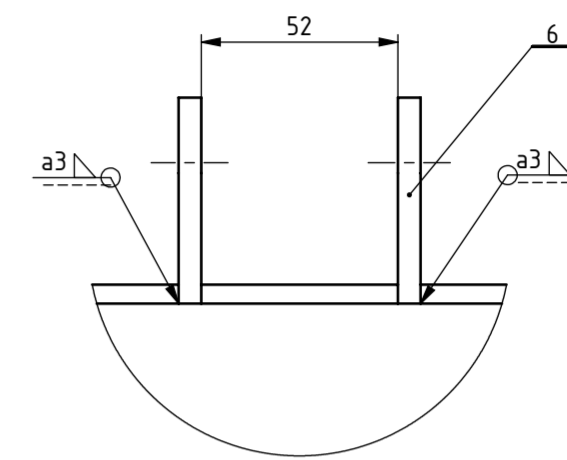
Detalj A
(M 5 : 1)



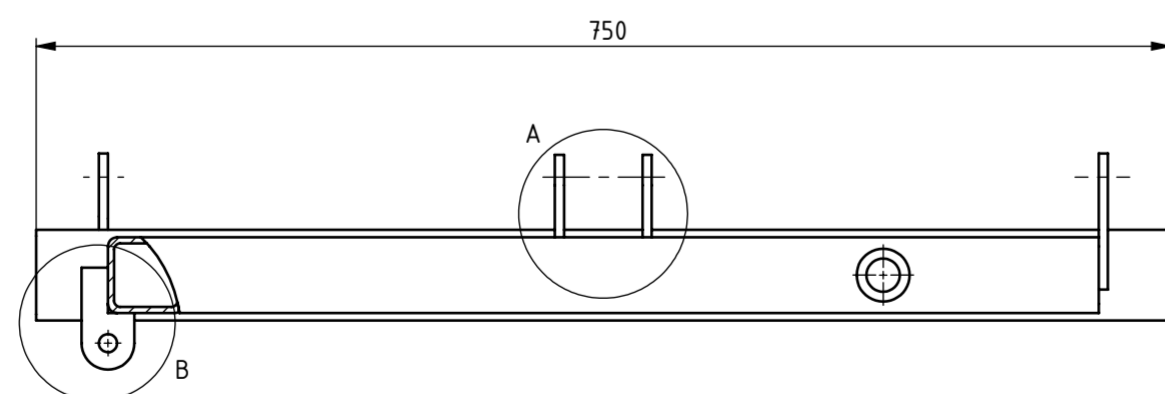
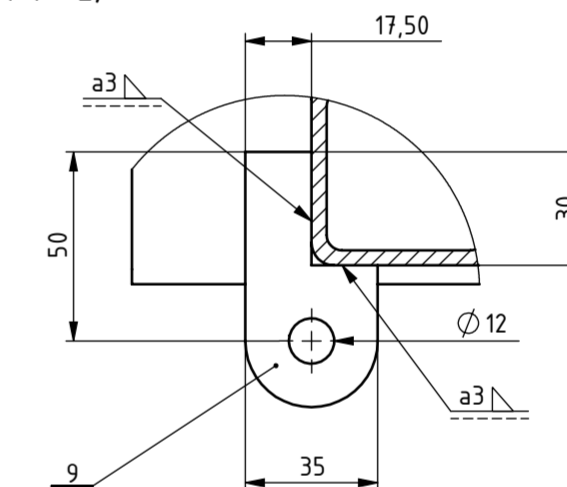
| | | | | | | |
|--------------------|-------------|--------------------------|-------------|---------------------|---|---|
| Broj naziva - code | | Projektirao | Datum | Ime i prezime | Potpis |  FSB Zagreb |
| | | Razradio | 11.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | |
| | | Crtao | 11.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | |
| | | Pregledao | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | | Objekt broj: | |
| Ø 45 H7 | +0,025 0 | Napomena: | | | R. N. broj: | |
| | | Materijal: S235JR | | | Smjer: konstrukcijski | |
| | | Masa: 0,72 kg | | | ZAVRŠNI RAD | |
| | | Naziv: | | | Kopija | |
| | | Prirubnički disk | | |  | |
| | | Mjerilo originala: | | | | |
| | | M 1 : 1 | | | Format: A4 | |
| | | Crtež broj: TM-ZR-02-004 | | | Listova: 10 | |
| | | | | | List: 5 | |



Detalj A
(M 1 : 2)



Detalj B
(M 1 : 2)



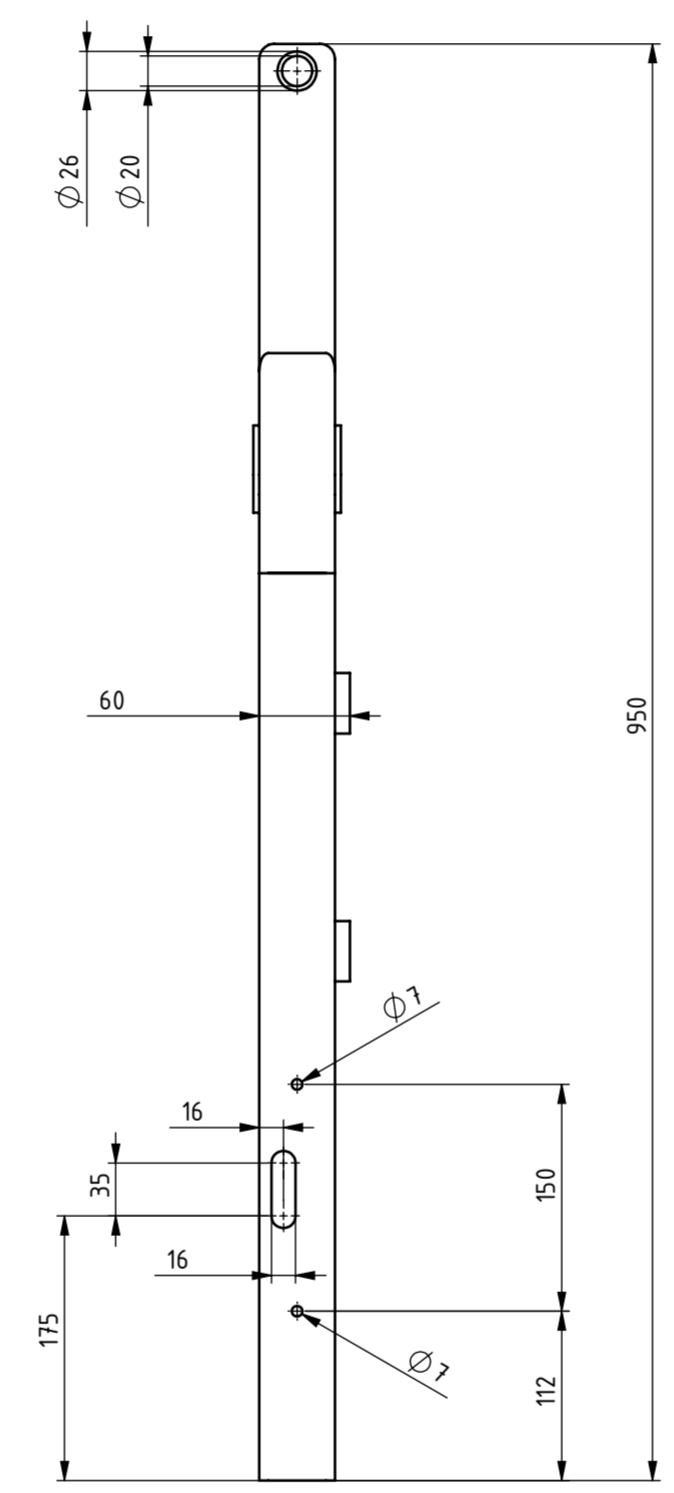
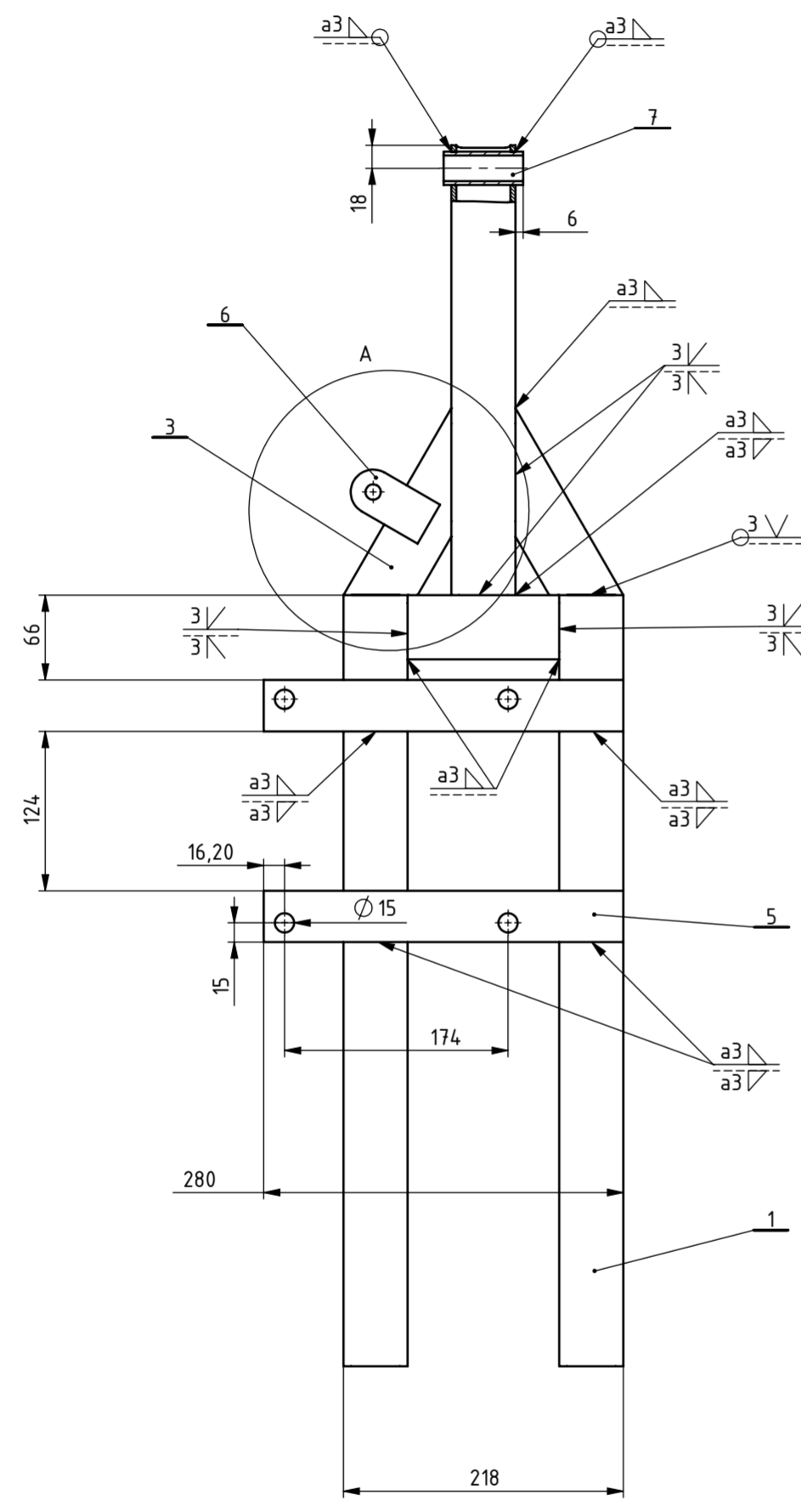
Napomene: Provrt u donjoj čahuri bušiti nakon zavarivanja
Kvadratni profili nabavljeni od tvrtke: Fabema Metali
U profilu nabavljeni od tvrtke: Strojopromet

| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------|----------------------------------|------|---------------------|-----------|--------------------------------|------|
| 9 | Pločica za prihvat hid. cilindra | 2 | TM-ZR-03-009 | S235JRG2 | 67,5x35x4 | - |
| 8 | Donja čahura | 1 | TM-ZR-03-008 | S235JRG2 | Ø 35 / Ø 22x12 | - |
| 7 | Gornja čahura | 1 | TM-ZR-03-007 | S235JRG2 | Ø 35 / Ø 22x74 | 0,33 |
| 6 | Gornja pločica trospojne veze | 2 | TM-ZR-03-006 | S235JRG2 | 92,5x40x6 | 0,1 |
| 5 | Donja pločica trospojne veze | 2 | TM-ZR-03-005 | S235JRG2 | 90x92x6 | 0,35 |
| 4 | Gornji kvadratni profil | 1 | TM-ZR-03-004 | S235JRG2 | 50x50x4 L=655 | 3,61 |
| 3 | Bočni kvadratni profil 2 | 1 | TM-ZR-03-003 | S235JRG2 | 50x50x4 L=630 | 3,53 |
| 2 | Bočni kvadratni profil 1 | 1 | TM-ZR-03-002 | S235JRG2 | 50x50x4 L=630 | 3,53 |
| 1 | Donji U profil | 1 | TM-ZR-03-001 | S235JRG2 | 60x30x3 L=750 | 1,95 |

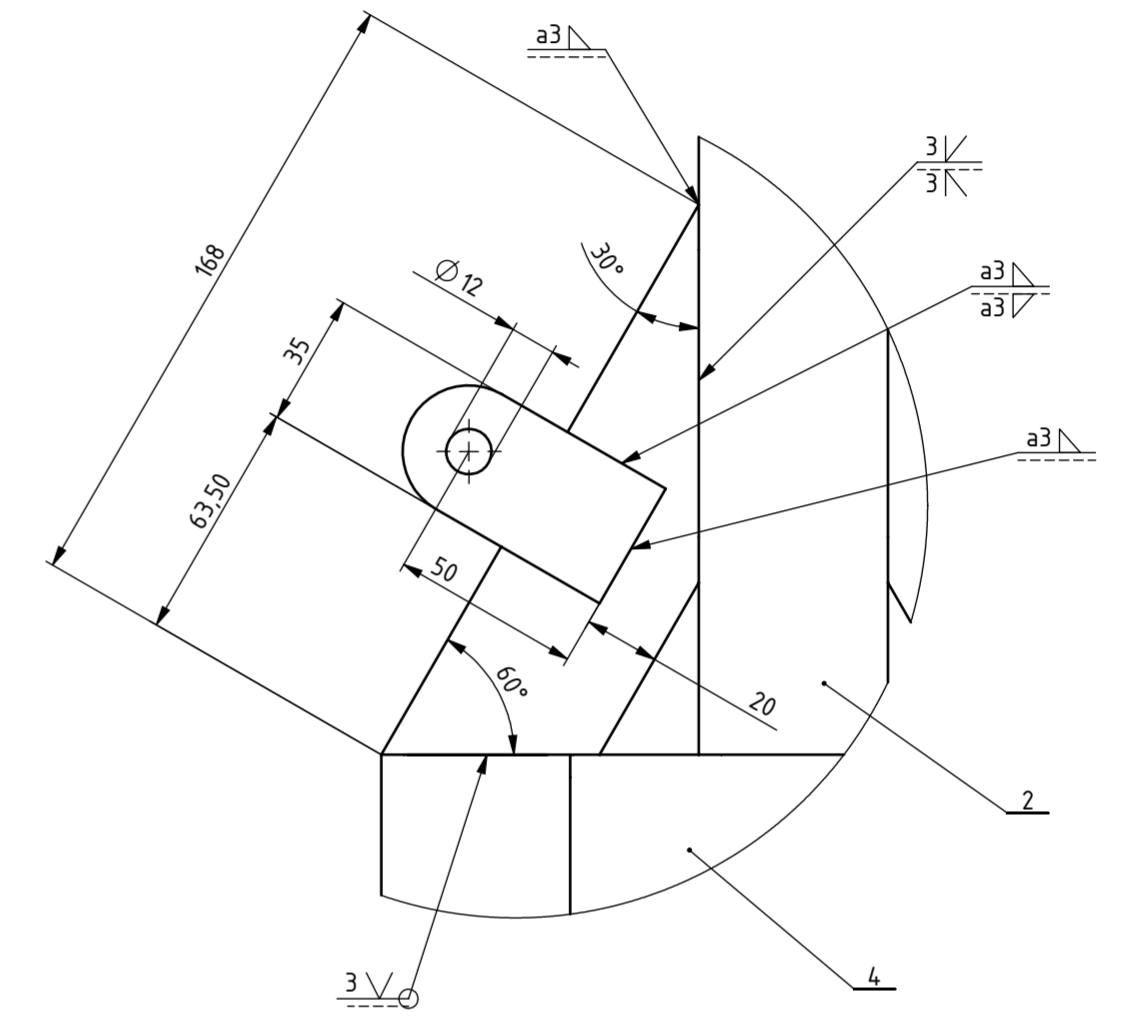
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|--------------------|--|------------|---------------------|--------|
| Projektirao | | 10.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Razradio | | 10.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Crtao | | 10.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Pregledao | | | | |

| | | |
|--------------------|--------------------------------------|--------------|
| ISO - tolerancije | Objekt: | Objekt broj: |
| | | R. N. broj: |
| Napomena: | Smjer: konstrukcijski | |
| Materijal: | Masa: 13,85 kg | ZAVRŠNI RAD |
| Mjerilo originala: | Naziv: Zavarena okvirna konstrukcija | Pozicija: 14 |
| M 1 : 5 | Crtež broj: TM-ZR-03 | Format: A2 |
| | | Listova: 10 |
| | | List: 10 |





Detalj A
(M 1 : 2)

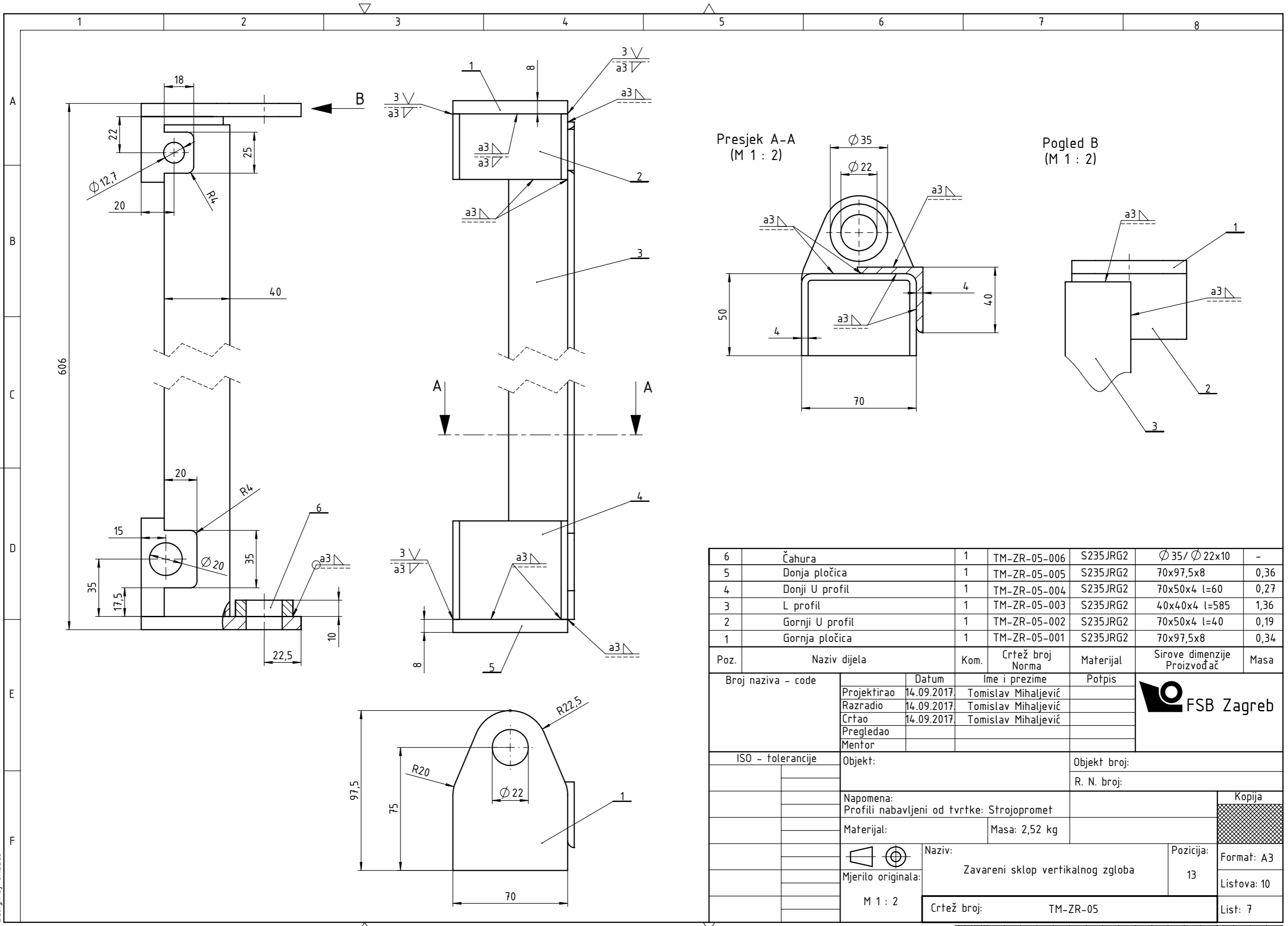


| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
|------|------------------------------|------|------------------|-----------|--------------------------------|------|
| 7 | Prihvat zgloba hid. cilindra | 2 | TM-ZR-04-007 | S235JRG2 | 35x4x67,5 | - |
| 6 | Zglobna čahura | 1 | TM-ZR-04-006 | S235JRG2 | Ø 26/ Ø 20x62 | 0,1 |
| 5 | Nosač motora | 2 | TM-ZR-04-005 | S235JRG2 | 40x10x280 | 0,85 |
| 4 | Poprečni kvadratni profil | 1 | TM-ZR-04-004 | S235JRG2 | 50x50x4 L=118 | 0,66 |
| 3 | Kosi kvadratni profil | 2 | TM-ZR-04-003 | S235JRG2 | 50x50x4 L=168 | 0,62 |
| 2 | Gornji kvadratni profil | 1 | TM-ZR-04-002 | S235JRG2 | 50x50x4 L=350 | 1,91 |
| 1 | Donji kvadratni profil | 2 | TM-ZR-04-001 | S235JRG2 | 50x50x4 L=600 | 3,3 |

| Broj naziva - code | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|--------------------|------------|---------------------|--------|
| Projektirao | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Razradio | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Crtao | 12.09.2017 | Tomislav Mihaljević | |
| Pregledao | | | |

| | | |
|--------------------|--|-----------------------|
| ISO - tolerancije | Objekt: | Objekt broj: |
| | | R. N. broj: |
| Napomena: | Proizvođač kvadratnih profila: Fabema Metali | Smjer: konstrukcijski |
| Materijal: | Masa: 12,21 kg | ZAVRŠNI RAD |
| Mjerilo originala: | Naziv: Zavarena nosiva konstrukcija | Pozicija: 7 |
| M 1 : 5 | Crtež broj: TM-ZR-04 | Format: A2 |
| | | Listova: 10 |
| | | List: 9 |

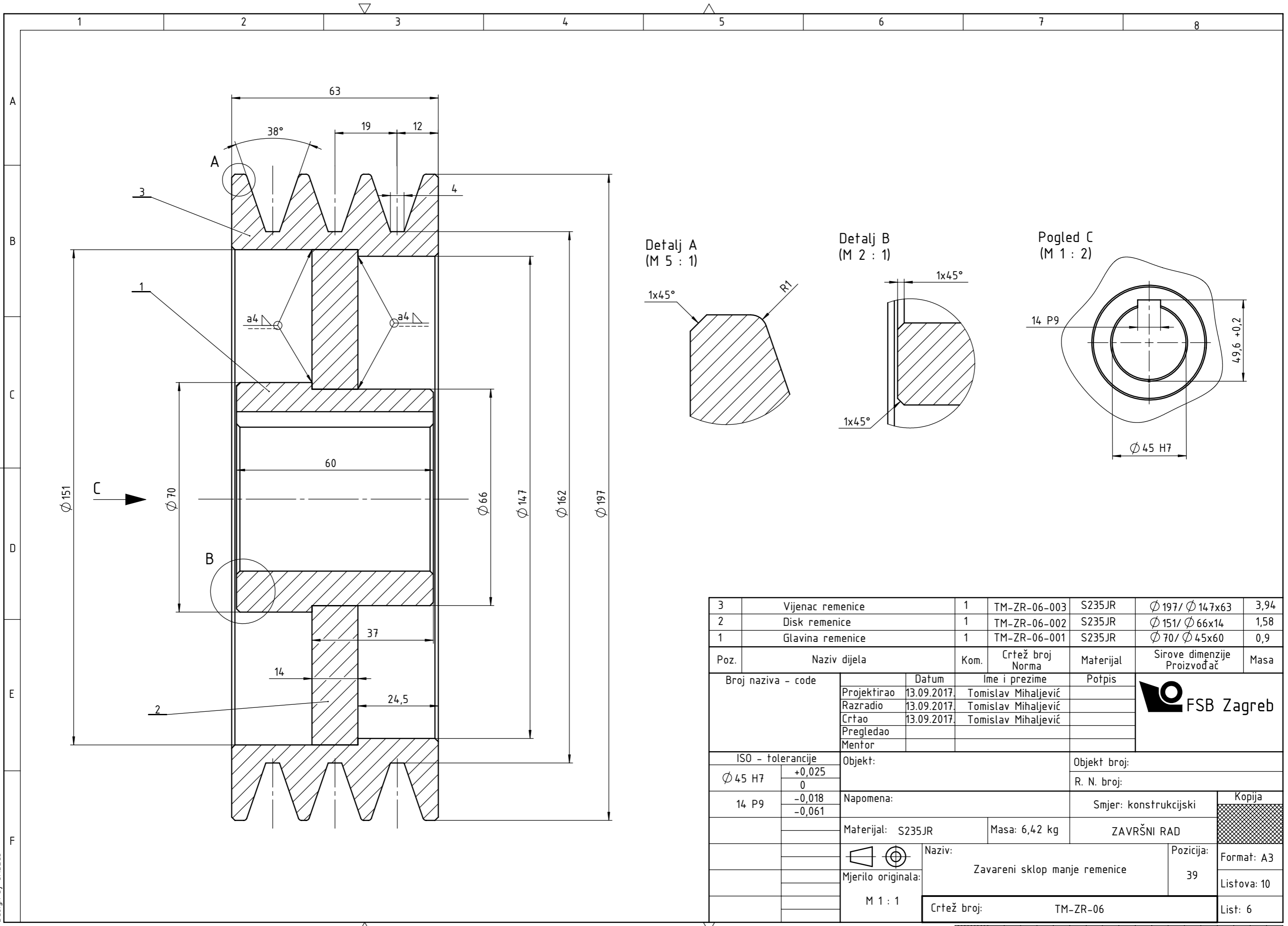




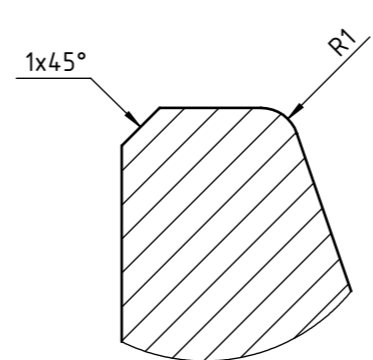
Presjek A-A
(M 1 : 2)

Pogled B
(M 1 : 2)

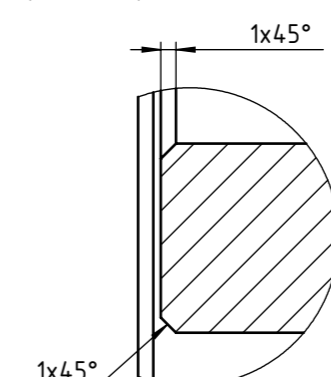
| 6 | Čahura | 1 | TM-ZR-05-006 | S235JRG2 | Ø 35/ Ø 22x10 | - |
|--------------------|-----------------|--|---------------------|---|-----------------------------|------|
| 5 | Donja pločica | 1 | TM-ZR-05-005 | S235JRG2 | 70x97,5x8 | 0,36 |
| 4 | Donji U profil | 1 | TM-ZR-05-004 | S235JRG2 | 70x50x4 l=60 | 0,27 |
| 3 | L profil | 1 | TM-ZR-05-003 | S235JRG2 | 40x40x4 l=585 | 1,36 |
| 2 | Gornji U profil | 1 | TM-ZR-05-002 | S235JRG2 | 70x50x4 l=40 | 0,19 |
| 1 | Gornja pločica | 1 | TM-ZR-05-001 | S235JRG2 | 70x97,5x8 | 0,34 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | | |
| Projektirao | | 14.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Razradio | | 14.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Crtao | | 14.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| | | | | R. N. broj: | | |
| | | Napomena: Profili nabavljeni od tvrtke: Strojpromet | | <div style="background-color: #cccccc; width: 100%; height: 100%; text-align: center;">Kopija</div> | | |
| | | Materijal: | | | | |
| | | Masa: 2,52 kg | | | | |
| | | Naziv: Zavareni sklop vertikalnog zgloba | | Pozicija: 13 | | |
| | | Mjerilo originala: M 1 : 2 | | Crtež broj: TM-ZR-05 | | |
| | | | | Listova: 10 | | |
| | | | | List: 7 | | |



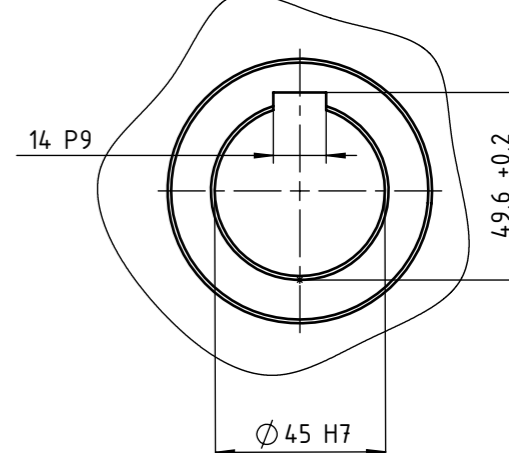
Detalj A
(M 5 : 1)



Detalj B
(M 2 : 1)



Pogled C
(M 1 : 2)



| 3 | Vijenac remenice | 1 | TM-ZR-06-003 | S235JR | Ø 197/ Ø 147x63 | 3,94 |
|--------------------|------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------|
| 2 | Disk remenice | 1 | TM-ZR-06-002 | S235JR | Ø 151/ Ø 66x14 | 1,58 |
| 1 | Glavina remenice | 1 | TM-ZR-06-001 | S235JR | Ø 70/ Ø 45x60 | 0,9 |
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Sirove dimenzije Proizvođač | Masa |
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | | |
| Projektirao | | 13.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Razradio | | 13.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Crtao | | 13.09.2017. | Tomislav Mihaljević | | | |
| Pregledao | | | | | | |
| Mentor | | | | | | |
| ISO - tolerancije | | Objekt: | | Objekt broj: | | |
| Ø 45 H7 | +0,025 0 | | | R. N. broj: | | |
| 14 P9 | -0,018 -0,061 | Napomena: | | Smjer: konstrukcijski | | Kopija |
| Materijal: S235JR | | Masa: 6,42 kg | | ZAVRŠNI RAD | | |
| Mjerilo originala: | | Naziv: | | Pozicija: | | Format: A3 |
| M 1 : 1 | | Zavareni sklop manje remenice | | 39 | | Listova: 10 |
| | | Crtež broj: TM-ZR-06 | | List: 6 | | |

