# Naprava za prihvat motora ručnih strojeva tijekom ispitivanja

**Polenus, Luka**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2019**

*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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:235:915848

*Rights / Prava:* In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-03-29**

*Repository / Repozitorij:*

Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb








SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

**Luka Polenus**

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Zoran Lulić, dipl. ing. stroj.

Student:

Luka Polenus

Zagreb, 2019.

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

Zahvaljujem prof. dr. sc. Zoranu Luliću i doc. dr. sc. Petru Ilinčiću na savjetima, pomoći i razumijevanju koje su mi ukazali tokom izrade ovog završnog rada.

Također bih se želio zahvaliti svojoj obitelji i svim ljudima koji su mi bili potpora tokom cjelokupnog preddiplomskog studija.

Luka Polenus

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, brodostrojarski i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

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

# ZAVRŠNI ZADATAK

Student: **Luka Polenus** Mat. br.: 0035203673

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Naprava za prihvat motora ručnih strojeva tijekom ispitivanja**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Mounting Device for Testing of Handheld Machinery IC Engines**

Opis zadatka:

Necestovni poketni strojevi obuhvaćaju uređaje i strojeve različitih veličina od ručnih uređaja (motorne pile, kosilice) sve do bagera, lokomotiva i generatorskih setova. Za motore s unutarnjim izgaranjem koji se koriste u necestovnim pokretnim strojevima, zahtjevi koji se odnose na ograničenja emisija plinovitih i krutih onečišćujućih tvari propisani su Uredbom 2016/1628. Uz navedene zahtjeve, propisan je oblik nadzora tržišta koji uključuje provjeru motora i ispitivanje emisija u laboratorijskim uvjetima.

Za takva ispitivanja potrebno je konstrukcijski razraditi napravu koja omogućuje ispitivanje motora snage manje od 19 kW namijenjenih isključivo za upotrebu u ručnim strojevima

U okviru završnog rada treba:

- Napraviti pregled kategorizacije motora prema Uredbi 2016/1628.
- Napraviti pregled stanja na tržištu motora snage manje od 19 kW namijenjenih uporabi u ručnim strojevima.
- Prema provedenim analizama napraviti prijedlog naprava za prihvat motora koje omogućuju ispitivanje motora u laboratoriju.
- Za odabrano rješenje konstrukcijski razraditi elemente i sklopove koje je potrebno izraditi.
- Konstrukcijsku razradu obrazložiti, popratiti skicama, proračunima i odgovarajućim analizama.
- Izraditi sklopne i potrebne radioničke crteže.

Pri izradi se treba pridržavati pravila za izradu završnog rada. U radu navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.

Zadatak zadan:
29. studenog 2018.

Rok predaje rada:
**1. rok:** 22. veljače 2019.
**2. rok (izvanredni):** 28. lipnja 2019.
**3. rok:** 20. rujna 2019.

Predviđeni datumi obrane:
**1. rok:** 25.2. - 1.3. 2019.
**2. rok (izvanredni):** 2.7. 2019.
**3. rok:** 23.9. - 27.9. 2019.

Zadatak zadao:
Prof. dr. sc. Zoran Lulić

Predsjednik Povjerenstva:
Prof. dr. sc. Igor Balen

# SADRŽAJ

SADRŽAJ ..... I

POPIS SLIKA ..... III

POPIS TABLICA ..... V

POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ..... VI

POPIS OZNAKA ..... VII

SAŽETAK ..... IX

SUMMARY ..... X

1. UVOD ..... 1

1.1. Motori s unutarnjim izgaranjem ..... 1

1.2. Ispitivanje motora na motornim kočnicama ..... 2

1.3. Motori ručnih strojeva ..... 2

1.3.1. Potkategorije kategorije motora NRSh ..... 3

2. ISPITIVANJE TRŽIŠTA ..... 4

2.1. Motorne pile ..... 4

2.2. Motorne kose ..... 6

2.3. Puhalice lišća ..... 8

2.4. Škare za živicu ..... 9

2.5. Ostali strojevi ..... 10

2.6. Dimenzije strojeva ..... 12

3. RAZVOJ KONCEPATA ..... 14

3.1. Morfološka matrica ..... 14

3.2. Kreiranje koncepata ..... 17

3.2.1. Koncept 1 ..... 17

3.2.2. Koncept 2 ..... 18

3.2.3. Koncept 3 ..... 19

3.2.4. Koncept 4 ..... 20

3.2.5. Koncept 5 ..... 21
3.3. Vrednovanje koncepata ..... 22
4. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA ..... 24
4.1. Kočnica Zöllner ..... 24
4.2. Konačno rješenje naprave za prihvat motora ..... 26
4.2.1. Glavni dijelovi naprave za prihvat motora ..... 27
4.2.2. Princip rada naprave za prihvat motora ..... 28
5. KONTROLNI PRORAČUN KRITIČNIH ELEMENATA ..... 29
5.1. Proračun vertikalnih klizača ..... 30
5.2. Proračun vijaka vertikalnih klizača ..... 32
5.3. Proračun vijaka matice vertikalnog vretena ..... 33
5.4. Proračun vertikalnog vretena ..... 34
5.4.1. Izračun sile potrebne za okretanje vretena ..... 36
5.5. Proračun zavara rebara ..... 37
5.6. Proračun horizontalnih klizača ..... 39
6. POPIS KORIŠTENIH STANDARDNIH DIJELOVA ..... 41
6.1. Proizvođač dijelova MISUMI ..... 41
6.2. Proizvođači dijelova SKF i ELESA GANTER ..... 44
7. TROŠKOVNIK ..... 46
8. ZAKLJUČAK ..... 48
LITERATURA ..... 49
PRILOZI ..... 50

# POPIS SLIKA

Slika 1. Shematski prikaz toplinskog stroja s unutarnjim izgaranjem [1] ..... 1
Slika 2. Shematski prikaz ispitnog postolja motora [2] ..... 2
Slika 3. Motorna pila Alpina A 4500 [4] ..... 5
Slika 4. Motorna pila Gardol GMSE2045 [5] ..... 5
Slika 5. Motorna pila Makita EA4300F [6] ..... 5
Slika 6. Motorna pila McCulloch CS 42S [7] ..... 5
Slika 7. Motorna pila Ryobi RCS4040B [8] ..... 5
Slika 8. Motorna kosa Gardol GBFI 90 [5] ..... 6
Slika 9. Motorna kosa Hurricane HBTI 75 [5] ..... 6
Slika 10. Motorna kosa Makita EM3400U [6] ..... 7
Slika 11. Motorna kosa McCulloch B40 B Elite [7] ..... 7
Slika 12. Motorna kosa Ryobi RLT30CESA [8] ..... 7
Slika 13. Puhalica lišća Gardol GBLE 650 [5] ..... 8
Slika 14. Puhalica lišća Villager VBV230E [9] ..... 9
Slika 15. Puhalica lišća Villager VBV270PE [9] ..... 9
Slika 16. Škare za živicu Gardol GBHI 750 [5] ..... 10
Slika 17. Škare za živicu Homelite HHT2655 [10] ..... 10
Slika 18. Škare za živicu Iskra HT260B [11] ..... 10
Slika 19. Škare za živicu McCulloch Superlite 4528 [7] ..... 10
Slika 20. Iskra LDEA 520A [5] (lijevo), Scheppach EB1700 [5] (desno) ..... 11
Slika 21. Motorna prskalica Villager PS15E [9] ..... 11
Slika 22. Generator Honda EU 10i [5] ..... 11
Slika 23. Shema dimenzija strojeva ..... 12
Slika 24. Morfološka matrica, prvi dio ..... 14
Slika 25. Morfološka matrica, drugi dio ..... 15
Slika 26. Morfološka matrica, treći dio ..... 16
Slika 27. Skica koncepta 1 ..... 17

Slika 28. Skica koncepta 2 ..... 18
Slika 29. Skica koncepta 3 ..... 19
Slika 30. Skica koncepta 4 ..... 20
Slika 31. Skica koncepta 5 ..... 21
Slika 32. Ispitivanje koaksijalnosti osi mjernom iglom ..... 23
Slika 33. 3D model kočnice Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS ..... 24
Slika 34. 3D model ispitne kočnice nakon preinaka ..... 25
Slika 35. Glavne dimenzije ispitne kočnice Zöllner ..... 25
Slika 36. Konfiguracija za pričvršćenje motora motorne pile ..... 26
Slika 37. Konfiguracija za pričvršćenje motora motorne kose ..... 26
Slika 38. Glavni dijelovi naprave za prihvat motora ..... 27
Slika 39. Minimalna i maksimalna udaljenost stola naprave od osi vratila kočnice ..... 28
Slika 40. Proračunski model vertikalnih klizača ..... 30
Slika 41. Ručno kolo vretena ..... 36
Slika 42. Karakteristike zavara ..... 37
Slika 43. Proračunski model horizontalnih klizača ..... 39
Slika 44. Ručno kolo Φ40 (HOKP40-8) ..... 41
Slika 45. Vertikalno vreteno Tr 12x2 ..... 41
Slika 46. Matica Tr 12x2 ..... 42
Slika 47. Vertikalni klizač ..... 42
Slika 48. Horizontalni klizač ..... 43
Slika 49. Horizontalno vreteno Tr 12x2 ..... 43
Slika 50. Ležaj 619/9 ..... 44
Slika 51. Aksijalni ležaj BA 7 ..... 45
Slika 52. Glava stezaljke ..... 45

# POPIS TABLICA

Tablica 1. Potkategorije kategorije motora NRSh ..... 3
Tablica 2. Motorne pile ..... 4
Tablica 3. Motorne kose ..... 6
Tablica 4. Puhalice lišća ..... 8
Tablica 5. Škare za živicu ..... 9
Tablica 6. Bušači rupa , motorne prskalice i generatori ..... 10
Tablica 7. Glavne dimenzije proizvoda ..... 12
Tablica 8. Vrednovanje koncepata ..... 22
Tablica 9. Troškovnik dijelova za izradu ..... 46
Tablica 10. Troškovnik korištenih standardnih dijelova ..... 47

# POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE

| **Broj crteža** | **Naziv iz sastavnice** |
|---|---|
| ZR-LP-2019-001 | Naprava za prihvat motora |
| ZR-LP-2019-002 | Sklop prihvata |
| ZR-LP-2019-003 | Poprečna stranica 1 |
| ZR-LP-2019-004 | Vertikalna stranica |
| ZR-LP-2019-005 | Vertikalna ploča |
| ZR-LP-2019-006 | Rebro |
| ZR-LP-2019-007 | Poprečna stranica 2 |
| ZR-LP-2019-008 | Horizontalna ploča |
| ZR-LP-2019-009 | Nosač dijelova za pritezanje |
| ZR-LP-2019-010-1 | Razvijeni lim stola |
| ZR-LP-2019-010-2 | Stol |
| ZR-LP-2019-011 | Vodilica stezaljke |
| ZR-LP-2019-012 | Sklop postolja naprave |
| ZR-LP-2019-013 | Poprečna stranica 3 |
| ZR-LP-2019-014 | Uzdužna stranica |
| ZR-LP-2019-015 | Pločica za pritezanje |
| ZR-LP-2019-016 | Poprečna stranica 4 |
| ZR-LP-2019-017 | Postolje motora |
| ZR-LP-2019-018 | Preinake na postolju kočnice |

# POPIS OZNAKA

| Oznaka | Jedinica | Opis |
|---|---|---|
| $A$, $A_{zav}$ | $m^2$ | površina |
| $a$, $b$ | m | duljina |
| $d$, $d_1$, $d_2$, $d_3$ | m | promjer navoja |
| $D_1$, $D_2$ | m | promjer matice |
| $F_{dop}$ | N | dopuštena sila |
| $g$ | $m/s^2$ | ubrzanje sile teže |
| $G$, $G'$ | N | težina |
| $I_z$ | $m^4$ | moment tromosti |
| $k_{din}$ | - | dinamički faktor |
| $M$, $m_{mot}$ | kg | masa motora |
| $M_e$, $M_e'$, $M_e''$ | Nm | efektivni moment motora |
| $m_{st}$ | kg | masa stola |
| $n$ | $s^{-1}$ | nazivna brzina vrtnje motora |
| $P$ | m | korak navoja |
| $P$ | W | nazivna snaga motora |
| $Q_1$ | J | dovedena toplina |
| $Q_2$ | J | odvedena toplina |
| $R_{p0,2}$ | $N/m^2$ | granica tečenja |
| $S$ | - | sigurnost |
| $T$ | $N/m^2$ | torzijski moment |
| $V_H$ | $m^3$ | radni volumen motora |
| $W$ | J | rad |
| $W_p$ | $m^3$ | polarni moment otpora |
| $W_z$ | $m^3$ | moment otpora |
| $\beta$ | ° | polovina vršnog kuta |
| $\mu$ | - | koeficijent trenja |
| $\rho'$ | ° | korigirani kut trenja |
| $\sigma_f$ | $N/m^2$ | naprezanje na savijanje |
| $\sigma_{red}$ | $N/m^2$ | reducirano naprezanje |

| | | |
|---|---|---|
| $\sigma_t$ | $N/m^2$ | tlačno naprezanje |
| $\sigma_v$ | $N/m^2$ | vlačno naprezanje |
| $\tau_t$ | $N/m^2$ | smično naprezanje |
| $\varphi$ | ° | kut uspona |
| $\omega$ | rad/s | kutna brzina |

# SAŽETAK

Motori s unutarnjim izgaranjem su toplinski strojevi u kojima se kemijska energija sadržana u gorivu izgaranjem prvo pretvara u toplinsku energiju, a potom iz toplinske energije u mehanički rad. Prilikom proizvodnje i tijekom eksploatacije, takvi se motori podvrgavaju ispitivanjima na ispitnim uređajima, tzv. motornim kočnicama. Cilj ovog rada je konstruirati napravu za prihvat motora ručnih strojeva za kočnicu Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS.

Nakon kategorizacije motora prema Uredbi 2016/1628, obavljena je analiza tržišta ručnih strojeva i odabrano je nekoliko predstavnika svakog od spomenutih strojeva. Na temelju navedene analize ustanovljeni su okvirni zahtjevi za napravu za prihvat motora te je osmišljeno 5 koncepata koji bi u određenoj mjeri zadovoljili gore spomenute zahtjeve. Težište koncepta stavlja se na rješenje pozicioniranja motora te osiguranje koaksijalnosti vratila motora i motorne kočnice. Vrednovanjem koncepata odabrano je konačno rješenje koje je detaljno razrađeno. Nakon proračuna kritičnih dijelova, naprava za prihvat motora je modelirana u programu *Siemens NX 10* u kojem je izrađena i sva tehnička dokumentacija.

Ključne riječi: motor s unutarnjim izgaranjem, ručni stroj, ispitivanje motora, motorna kočnica, prihvat motora

# SUMMARY

Internal combustion engines are thermal machines in which chemical energy contained in the fuel is firstly converted into thermal energy, and then into mechanical work. These engines are taken through performance checks on test devices called motor brakes during their manufacture and life cycle. The purpose of this paper is to construct a mounting device for handheld devices for the Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS brake.

Once engine categorization according to the Regulation 2016/1628 is complete, market research of handheld devices was underway and several specimens of the machines in question have been chosen. Based on the conducted analysis, tentative demands for the engine mounting device have been established. As a result, there are 5 concepts which would satisfy the aforementioned demands. The central point of the concept is weighted upon delivering a solution for engine positioning and ensuring motor shaft and brake concentricity. After concept appraisal, the final solution was selected and developed in detail. Following the evaluation of the most critical parts, the engine mounting device was modeled in the Siemens NX 10 program along with all accompanying technical documentation.

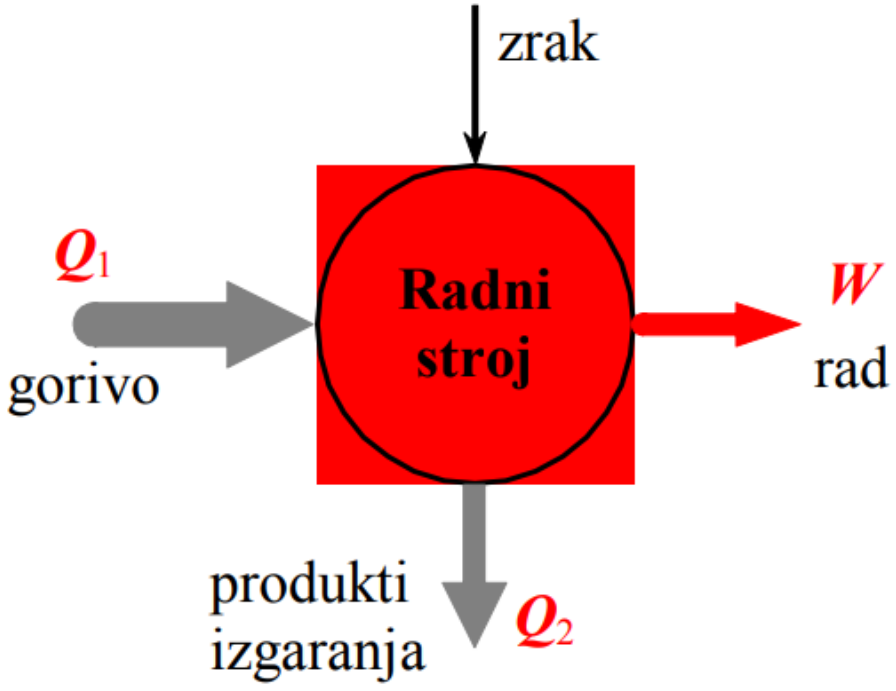
Keywords: internal combustion engine, handheld device, engine performance check, brake, engine mounting device

# 1. UVOD

Kako bi se razumjela ispitna procedura motora s unutarnjim izgaranjem, potrebno je razmotriti glavne dijelove sustava i ukratko ih opisati.

## 1.1. Motori s unutarnjim izgaranjem

Motori s unutarnjim izgaranjem su toplinski strojevi u kojima smjesa zraka i određene vrste goriva izgara u komori za izgaranje, najčešće cilindru. Izgaranjem gorive smjese nastaju vrući plinovi koji svojom ekspanzijom pokreću određene dijelove motora. Tako se u motorima s unutarnjim izgaranjem, kemijska energija sadržana u gorivu, pretvara u korisni mehanički rad. Osnovni shematski prikaz takvih motora prikazan je na slici 1., gdje $Q_1$ predstavlja toplinu dovedenu toplinskom stroju, $W$ predstavlja dio dovedene topline $Q_1$ pretvorene u korisni rad dok odvedena toplina $Q_2$ predstavlja sve toplinske gubitke stroja.

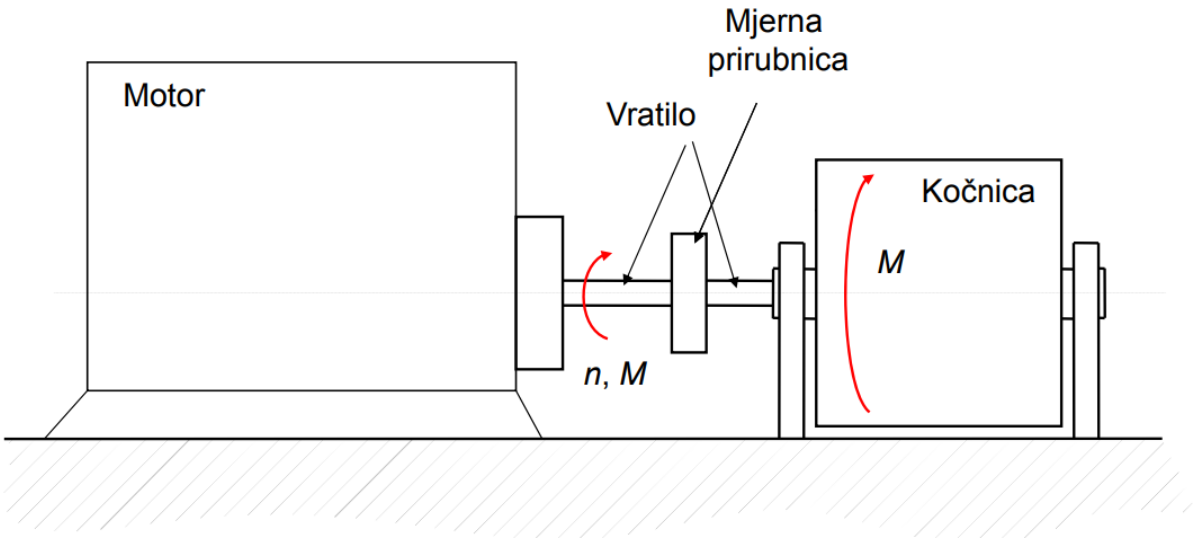



*Slika 1. Shematski prikaz toplinskog stroja s unutarnjim izgaranjem [1]*

Osnovna podjela motora s unutarnjim izgaranjem obuhvaća klipne (stapne) motore, rotacijske strojeve (npr. plinska turbina) te mlazne i raketne motore.

## 1.2. Ispitivanje motora na motornim kočnicama

Kočenje motora, ili bilo kojeg drugog pogonskog stroja, spada u tehniku mjerenja. Ovim se mjerenjem primarno određuje snaga stroja, no osim snage, određuju se i mnoge druge karakteristike. Tako se, osim sile kočenja i brzine vrtnje motora mjere razni tlakovi, temperature, vibracije, sastav ispušnih plinova i vrijeme potrošnje pogonskih sredstava (gorivo, ulje za podmazivanje). Na temelju ovih mjerenja definira se karakteristika motora. Za sva ova mjerenja potrebno je ispitno postolje, odnosno kočnica motora, koja kočenjem dovodi motor u slično stanje opterećenja kao u eksploataciji. Osnovni shematski prikaz takovih ispitnih postolja prikazan je na slici 2.




*Slika 2. Shematski prikaz ispitnog postolja motora [2]*

Kroz ovaj rad potrebno je osmisliti univerzalnu napravu za prihvat motora ručnih strojeva različitih oblika i dimenzija kako bi se što veći broj njihovih motora mogao ispitivati na postojećoj motornoj kočnici.

## 1.3. Motori ručnih strojeva

Ručni strojevi vrsta su strojeva koje rukovatelj može nositi tijekom cijelog obavljanja funkcije stroja. Primjer takovih strojeva su motorne pile, motorne kose (engl. *Trimmer*), puhalice lišća, motorne šprice, škare za živicu, bušač rupa i drugi strojevi. Motori ovih strojeva propisani su Uredbom 2016/1628 [3] i po navedenoj uredbi nose oznaku NRSh (engl. *Non-road spark ignited handheld engines)*. Izrada naprave za prihvat takovih motora pri ispitivanju tema je

ovoga rada. Prema [3], „ručni motor SI“, odnosno motor koji radi na načelu paljenja gorive smjese električnom iskrom, (engl. *Spark ignition*) znači motor SI koji ima nazivnu snagu manju od 19 kW i upotrebljava se u stroju koji ispunjava najmanje jedan od sljedećih uvjeta:

a) rukovatelj ga nosi tijekom cijelog obavljanja funkcije(-a) za koju(-e) je namijenjen;
b) radi u više položaja, primjerice bočno ili preokrenuto, kako bi obavio funkciju(-e) za koju(-e) je namijenjen;
c) njegova suha masa, zajedno s motorom, manja je od 20 kg te on ispunjava najmanje jedan od sljedećih uvjeta
    - rukovatelj pridržava ili nosi opremu tijekom cijelog obavljanja funkcije(-a) za koju(-e) je namijenjen;
    - rukovatelj pridržava ili dodatno kontrolira opremu tijekom cijelog obavljanja funkcije(-a) za koju(-e) je namijenjen;
    - upotrebljava se u generatoru ili pumpi.

### *1.3.1. Potkategorije kategorije motora NRSh*

Prema [3], motori kategorije NRSh dijele se prema radnom obujmu. Spomenuta podjela navedena je u tablici 1.

*Tablica 1. Potkategorije kategorije motora NRSh*

| Kategorija | Vrsta paljenja | Brzina rada | Raspon snage, kW | Radni obujam, $cm^3$ | Potkategorija | Nazivna snaga |
|---|---|---|---|---|---|---|
| NRSh | SI | promjenjiva ili stalna | $0 < P < 19$ | $SV < 50$ | NRSh-v-1a | najveća neto snaga |
| | | | | $SV \geq 50$ | NRSh-v-1b | |

# 2. ISPITIVANJE TRŽIŠTA

Kako bi naprava za prihvat motora omogućila ispitivanje ne samo jedne, već više vrsta motora ručnih strojeva, potrebno je ispitati ponudu tržišta te uskladiti navedeni prihvat prema utvrđenim rezultatima. U tu svrhu posjećeni su trgovački centri Bauhaus i Pevec, kao vodeći trgovački lanci u tom području.

## 2.1. Motorne pile

U tablici 2. navedene su neke od motornih pila koje su pronađene u trgovačkim centrima. Navedene su i glavne karakteristike njihovih motora, kao i proizvođač te dobavljač.

*Tablica 2. Motorne pile*

| | Alpina A 4500 | Gardol GMSE2045 | Makita EA4300F | McCulloch CS 42S | Ryobi RCS4040B |
|---|---|---|---|---|---|
| Proizvođač | STIGA S.P.A. | BAHAG AG | Makita Corporation | McCulloch Motors Corporation | Techtronic Industries GmbH |
| Uvoznik | Am grupa d.o.o. | BAUHAUS Zagreb k.d. | Tena-G d.o.o. | Husqvarna Austria GmbH | TPP d.o.o. |
| Snaga motora, kW | 1,8 | 2,0 | 2,2 | 1,5 | 1,6 |
| Nazivna brzina vrtnje motora, $min^{-1}$ | 11000 | 11500 | 13500 | 9000 | 12500 |
| Radni obujam, $cm^3$ | 45,02 | 50,4 | 38 | 42 | 40 |
| Masa, kg | 6,1 | 6,8 | 4,9 | 4,9 | 4,7 |
| Potkategorija motora | NRSh-v-1a | NRSh-v-1b | NRSh-v-1a | NRSh-v-1a | NRSh-v-1a |
| Cijena | 1000-3000 kn | | | | |

Na slikama 3. do 7. prikazane su motorne pile navedene u tablici 2.




*Slika 3. Motorna pila Alpina A 4500 [4]*




*Slika 4. Motorna pila Gardol GMSE2045 [5]*




*Slika 5. Motorna pila Makita EA4300F [6]*




*Slika 6. Motorna pila McCulloch CS 42S [7]*




*Slika 7. Motorna pila Ryobi RCS4040B [8]*

## 2.2. Motorne kose

U tablici 3. navedene su neke od motornih kosa koje su pronađene u trgovačkim centrima. Navedene su i glavne karakteristike njihovih motora, kao i proizvođač i dobavljač.

*Tablica 3. Motorne kose*

| | Gardol GBFI 90 | Hurricane HBTI 75 | Makita EM3400U | McCulloch B40 B Elite | Ryobi RLT30CESA |
|---|---|---|---|---|---|
| Proizvođač | IKRA GmbH | IKRA GmbH | Makita Corporation | McCulloch Motors Corporation | Techtronic Industries GmbH |
| Uvoznik | BAUHAUS Zagreb k.d. | BAUHAUS Zagreb k.d. | Tena-G d.o.o. | Husqvarna Austria GmbH | TPP d.o.o. |
| Snaga motora, kW | 0,9 | 0,75 | 1,15 | 1,5 | 0,75 |
| Nazivna brzina vrtnje motora, $min^{-1}$ | 10000 | 10500 | 10000 | 12000 | 12000 |
| Radni obujam, $cm^3$ | 32,6 | 25 | 34 | 40 | 30 |
| Masa, kg | 6,9 | 5,5 | 6,4 | 7,3 | 5,45 |
| Potkategorija motora | NRSh-v-1a | | | | |
| Cijena | 800-2800 kn | | | | |

Na slikama 8. do 12. prikazane su motorne kose navedene u tablici 3.



*Slika 8. Motorna kosa Gardol GBFI 90 [5]*



*Slika 9. Motorna kosa Hurricane HBTI 75 [5]*



*Slika 10. Motorna kosa Makita EM3400U [6]*



*Slika 11. Motorna kosa McCulloch B40 B Elite [7]*



*Slika 12. Motorna kosa Ryobi RLT30CESA [8]*

## 2.3. Puhalice lišća

U tablici 4. navedene su puhalice lišća koje su pronađene u trgovačkim centrima. Navedene su i glavne karakteristike njihovih motora, kao i proizvođač i dobavljač.

*Tablica 4. Puhalice lišća*

| | Gardol GBLE 650 | Villager VBV230E | Villager VBV270PE |
|---|---|---|---|
| Proizvođač | Hansi Anhai Fae East Ltd. | Villager d.o.o. | Villager d.o.o. |
| Uvoznik | EINHELL Croatia d.o.o. | Tena-G d.o.o. | Tena-G d.o.o. |
| Snaga motora, kW | 0,7 | 0,7 | 0,8 |
| Nazivna brzina vrtnje motora, $min^{-1}$ | 8000 | 8000 | 3200 |
| Radni obujam, $cm^3$ | 25,4 | 22,5 | 27,6 |
| Masa, kg | 7,5 | 5 | 5 |
| Potkategorija motora | NRSh-v-1a | | |
| Cijena | 1000-1600 kn | | |

Na slikama 13. do 15. prikazane su puhalice lišća navedene u tablici 4.




*Slika 13. Puhalica lišća Gardol GBLE 650 [5]*



*Slika 14. Puhalica lišća Villager VBV230E [9]*



*Slika 15. Puhalica lišća Villager VBV270PE [9]*

## 2.4. Škare za živicu

U tablici 5. navedene su škare za živicu koje su pronađene u trgovačkim centrima. Navedene su i glavne karakteristike njihovih motora, kao i proizvođač i dobavljač.

*Tablica 5. Škare za živicu*

| | Gardol GBHI 750 | Homelite HHT2655 | Iskra HT260B | McCulloch Superlite 4528 |
|---|---|---|---|---|
| Proizvođač | IKRA GmbH | Homelite Far East Co. | Zhejiang Landtech Tools Co. | McCulloch Motors Corporation |
| Uvoznik | BAUHAUS Zagreb k.d. | TPP d.o.o. | Flamma lux d.o.o. | Husqvarna Austria GmbH |
| Snaga motora, kW | 0,75 | 0,65 | 0,75 | 0,6 |
| Nazivna brzina vrtnje motora, $min^{-1}$ | 8500 | - | 7500 | 9000 |
| Radni obujam, $cm^3$ | 25,4 | 26 | 26,3 | 21,7 |
| Masa, kg | 5,8 | 5,07 | 5,6 | 4,7 |
| Potkategorija motora | NRSh-v-1a | | | |
| Cijena | 800-1600 kn | | | |

Na slikama 16. do 19. prikazane su škare za živicu navedene u tablici 5.



*Slika 16. Škare za živicu Gardol GBHI 750 [5]*



*Slika 17. Škare za živicu Homelite HHT2655 [10]*



*Slika 18. Škare za živicu Iskra HT260B [11]*



*Slika 19. Škare za živicu McCulloch Superlite 4528 [7]*

## 2.5. Ostali strojevi

Osim gore navedenih strojeva koji su najrašireniji ručni strojevi, pronađeni su i strojevi navedeni u tablici 6., a to su motorne prskalice, bušači rupa te mali generatori.

*Tablica 6. Bušači rupa , motorne prskalice i generatori*

| | Bušač rupa Iskra LDEA 520A | Bušač rupa Scheppach EB1700 | Motorna prskalica Villager PS15E | Honda EU 10 i |
|---|---|---|---|---|
| Proizvođač | Zhejiang Landtech Tools Co. | Woodster GmbH | Villager d.o.o. | Honda Motor Company, Ltd. |

| Uvoznik | Flamma lux d.o.o. | BAUHAUS Zagreb k.d. | Tena-G d.o.o. | - |
|---|---|---|---|---|
| Snaga motora, kW | 1,5 | 1,3 | 0,7 | 1 |
| Nazivna brzina vrtnje motora, $min^{-1}$ | 7500 | 9600 | 6500 | 4500 |
| Radni obujam, $cm^3$ | 49 | 51,7 | 25 | 49,4 |
| Masa, kg | 10 | 9.5 | 9 | 13 |
| Potkategorija motora | NRSh-v-1a | NRSh-v-1b | NRSh-v-1a | NRSh-v-1a |
| Cijena | 1300-8000 kn | | | |

Na slikama 20. do 22. prikazani su strojevi navedeni u tablici 6.



*Slika 20. Iskra LDEA 520A [5] (lijevo), Scheppach EB1700 [5] (desno)*



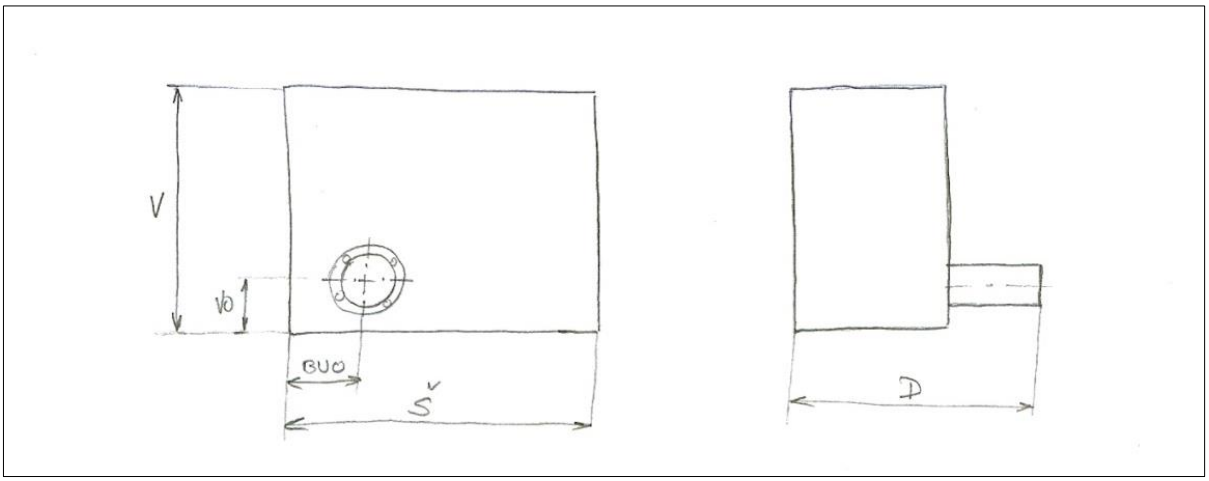
*Slika 21. Motorna prskalica Villager PS15E [9]*




*Slika 22. Generator Honda EU 10i [5]*

## 2.6. Dimenzije strojeva

Pregledom tržišta ustanovljene su i glavne dimenzije ispitnih strojeva. Naime, napravu za prihvat treba konstruirati prema tim dimenzijama. Na slici 23. prikazana je shema mjerenja.




*Slika 23. Shema dimenzija strojeva*

Glavne dimenzije strojeva utvrđene pregledom tržišta dane su u tablici 7.

*Tablica 7. Glavne dimenzije proizvoda*

| Uređaj | BUO | VO | Š | V | D |
|---|---|---|---|---|---|
| Alpina A 4500 | 120 | 70 | 400 | 330 | 265 |
| Gardol GMSE2045 | 100 | 70 | 400 | 200 | 160 |
| Makita EA4300F | 130 | 70 | 380 | 190 | 190 |
| McCulloch CS 42S | 110 | 70 | 390 | 230 | 190 |
| Ryobi RCS4040B | 120 | 70 | 390 | 220 | 200 |
| Gardol GBFI 90 | 130 | 120 | 260 | 230 | 170 |
| Hurricane HBTI 75 | 100 | 100 | 220 | 210 | 200 |
| Makita EM3400U | 110 | 100 | 200 | 220 | 220 |
| McCulloch B40 B Elite | 120 | 120 | 250 | 250 | 240 |
| Ryobi RLT30CESA | 110 | 100 | 210 | 200 | 230 |
| Villager VBV230E | 120 | 140 | 270 | 350 | 250 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Villager VBV270PE | 140 | 140 | 330 | 350 | 230 |
| Gardol GBHI 750 | 80 | 110 | 200 | 200 | 170 |
| Homelite HHT2655 | 60 | 90 | 200 | 180 | 200 |
| Iskra HT260B | 90 | 110 | 190 | 220 | 170 |
| McCulloch 4528 | 130 | 120 | 200 | 240 | 180 |
| Iskra LDEA 520A | 120 | 120 | 250 | 270 | 180 |
| Scheppach EB1700 | 100 | 150 | 260 | 260 | 180 |
| Villager PS15E | 120 | 100 | 240 | 230 | 160 |

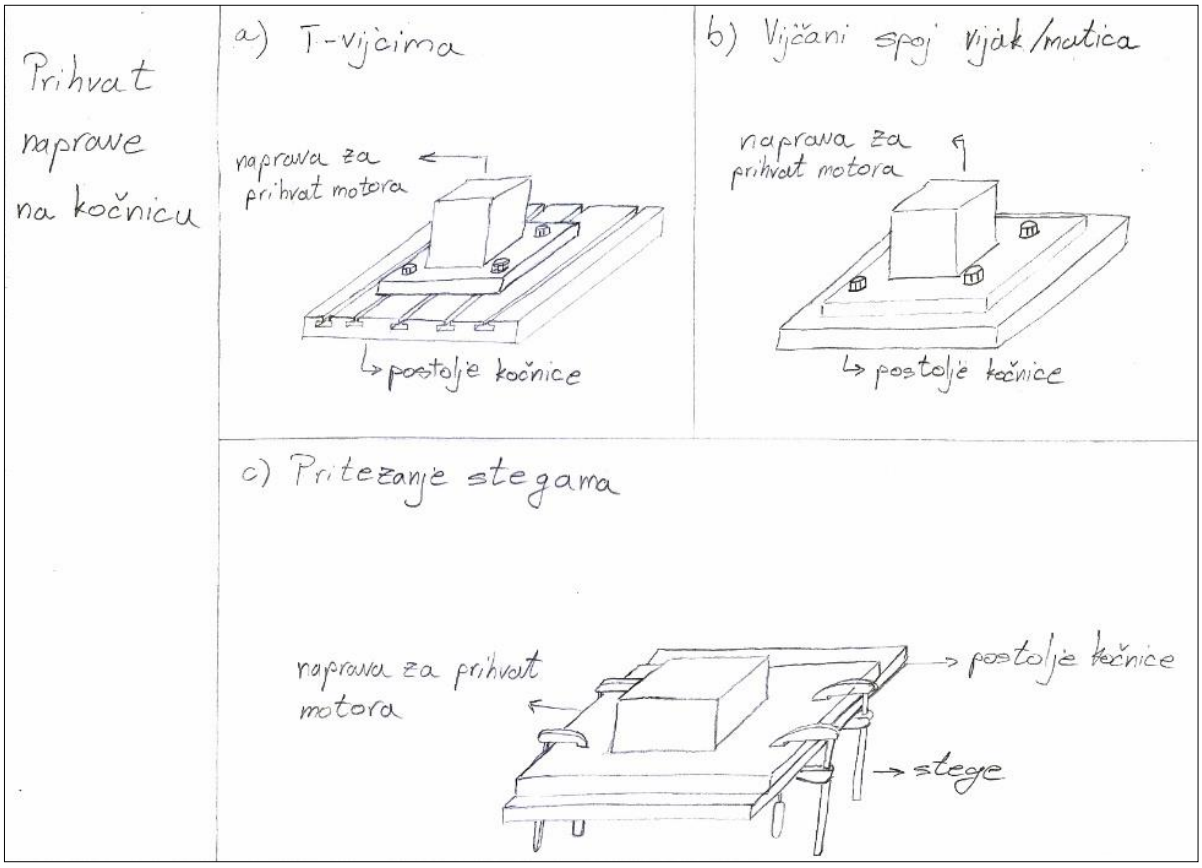
Legenda: BUO – bočna udaljenost osovine, VO – visina osovine, Š – širina, V – visina, D – duljina.

# 3. RAZVOJ KONCEPATA

Najvažnija funkcija ove naprave je osiguranje koaksijalnosti pogonskog vratila radnog stroja i vratila kočnice motora. Također je bitno da naprava može prihvatiti što veći broj motora različitih oblika i dimenzija. Nakon analize tržišta, kreirana je morfološka matrica naprave u kojoj su ponuđena moguća rješenja različitih sklopova i dijelova naprave.

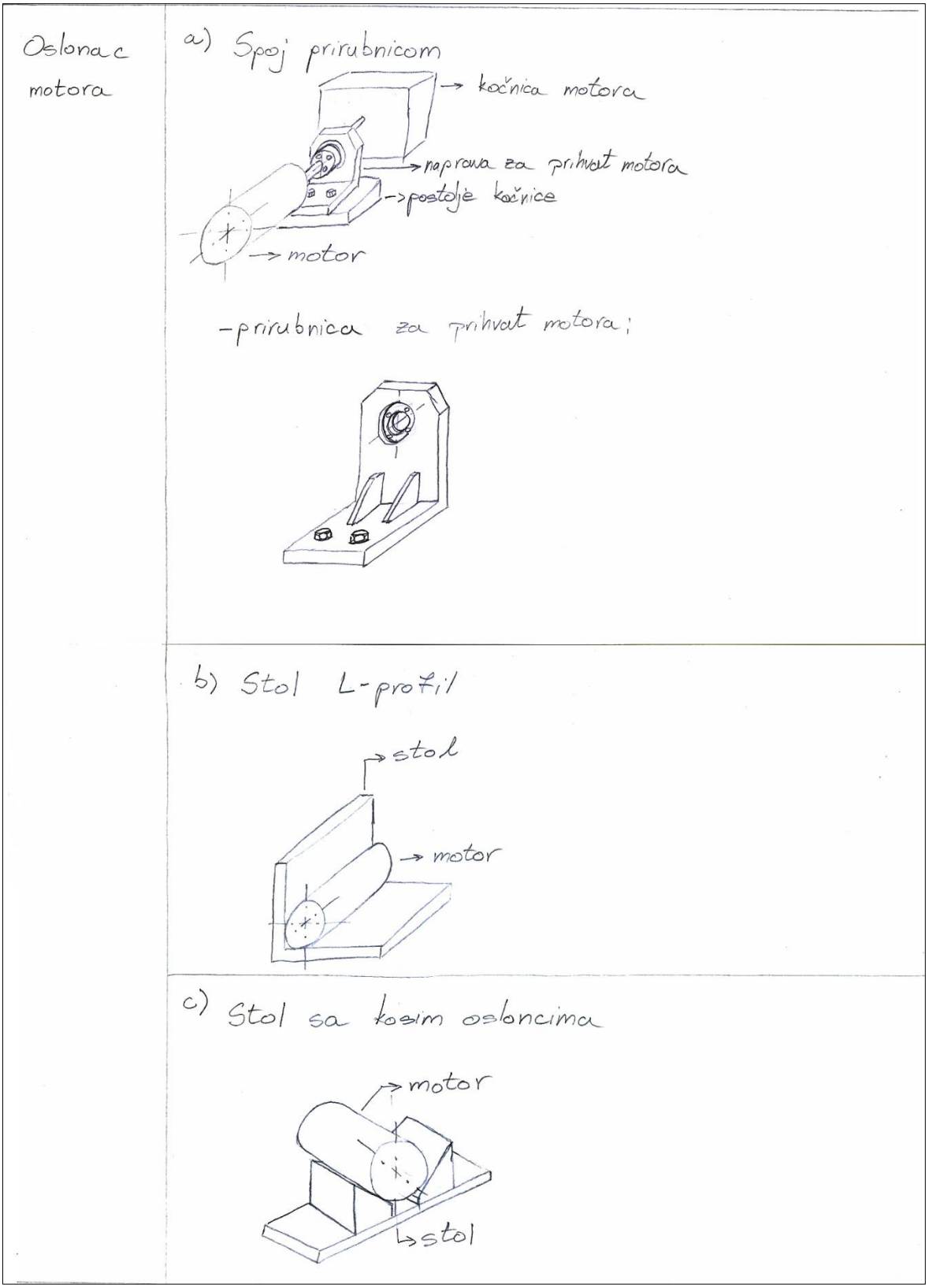
## 3.1. Morfološka matrica

Na slici 24. prikazan je dio morfološke matrice u kojem se analiziraju mogućnosti prihvata naprave na kočnicu motora..



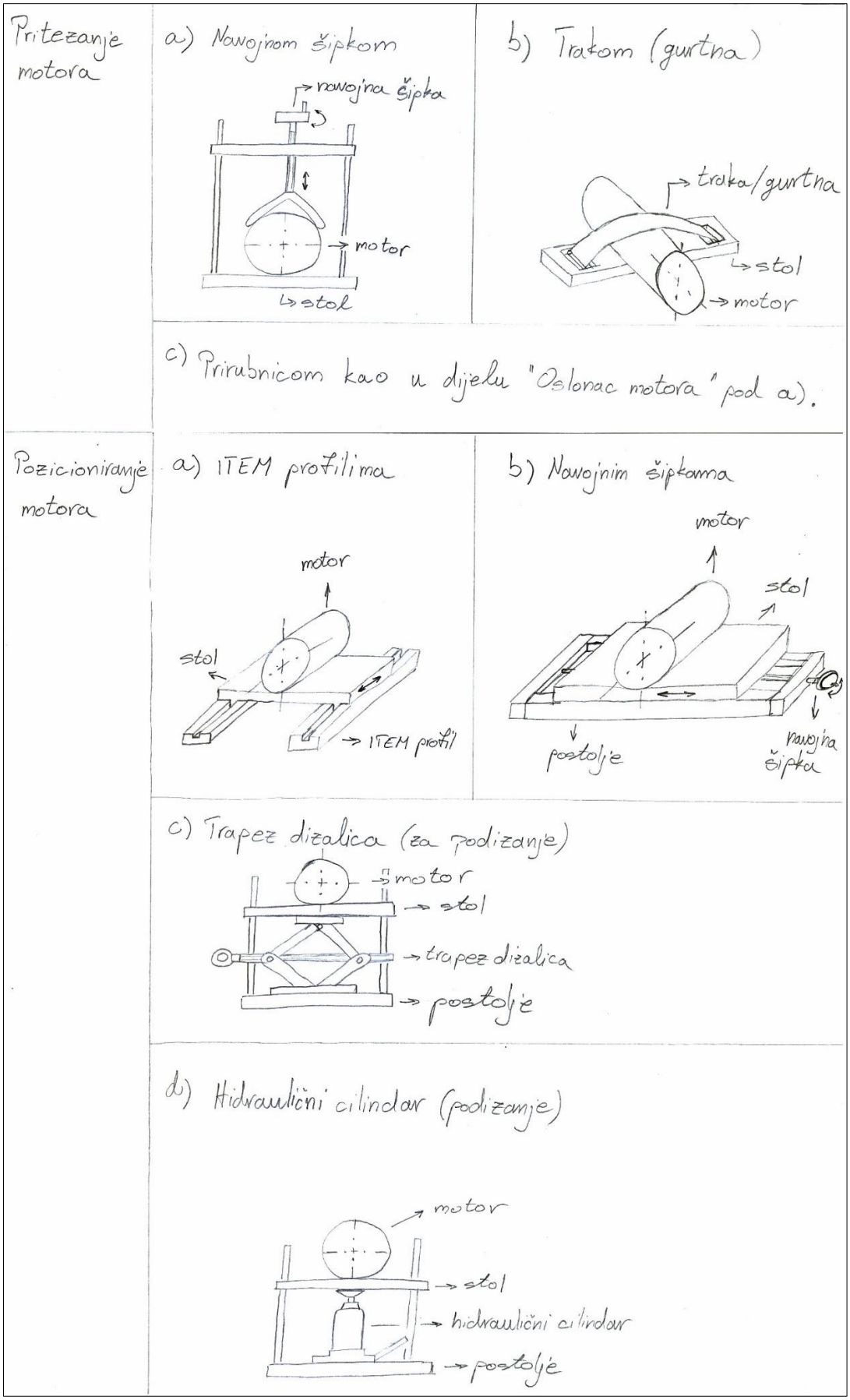

*Slika 24. Morfološka matrica, prvi dio*

Na slici 25. pokazana su neka od mogućih rješenja za oslonac motora.




*Slika 25. Morfološka matrica, drugi dio*

Na slici 26. prikazan je dio morfološke matrice gdje su ponuđena moguća rješenja za pritezanje i pozicioniranje motora.




*Slika 26. Morfološka matrica, treći dio*

## 3.2. Kreiranje koncepata

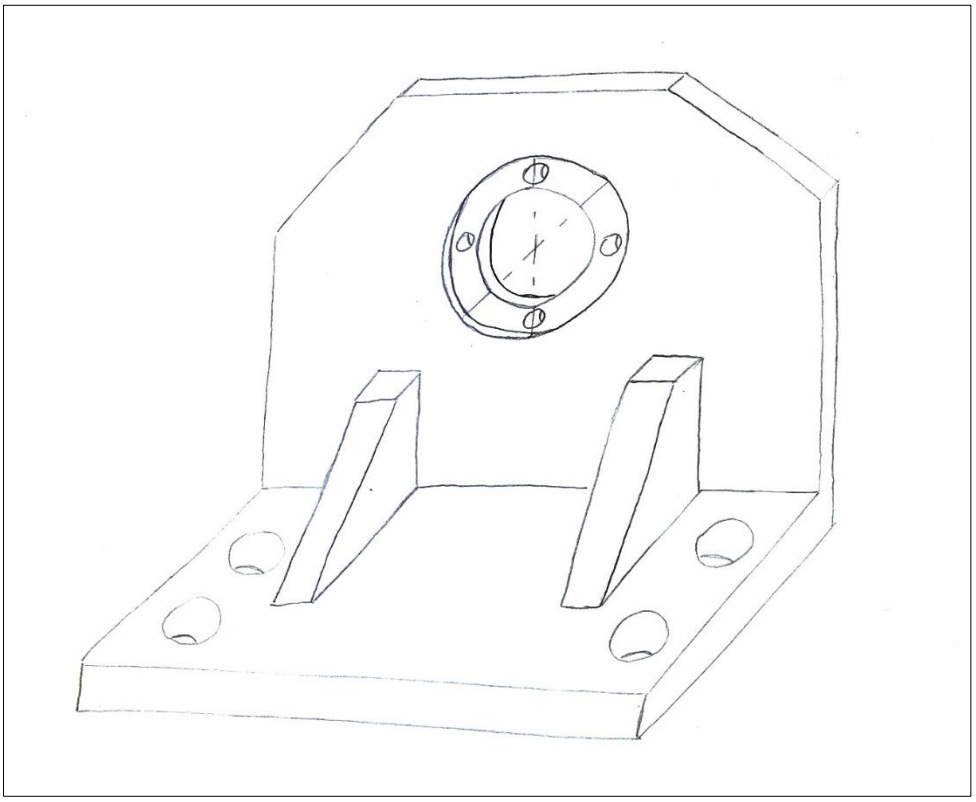
Kombinacijom rješenja iz morfološke matrice osmišljeno je 5 koncepata koji bi mogli poslužiti kao rješenje problema.

### *3.2.1. Koncept 1*

Koncept 1 izrađen je od sljedećih elemenata iz morfološke matrice:

- prihvat naprave za kočnicu – rješenje „c“ – spoj vijak/matica,
- oslonac motora – rješenje „a“ – spoj prirubnicom,
- pritezanje motora – rješenje „c“ – spoj prirubnicom.

Skica koncepta 1 dana je na slici 27.



*Slika 27. Skica koncepta 1*

Koncept je izrađen samo od prirubnice koja se spaja na pogonsko vratilo radnog stroja i vratilo kočnice. Jednostavna je izrada, ali za montiranje različitih motora morala bi se izrađivati dodatna prirubnica koja bi omogućila daljnje spajanje motora sa kočnicom. Potrebna je izrada ploče sa T-utorima kako bi se prirubnica mogla pričvrstiti za postolje kočnice. Najveći problem ovog koncepta je manjak prihvatnih mjesta za motor. Kako bi motor „visio“ na prirubnici,

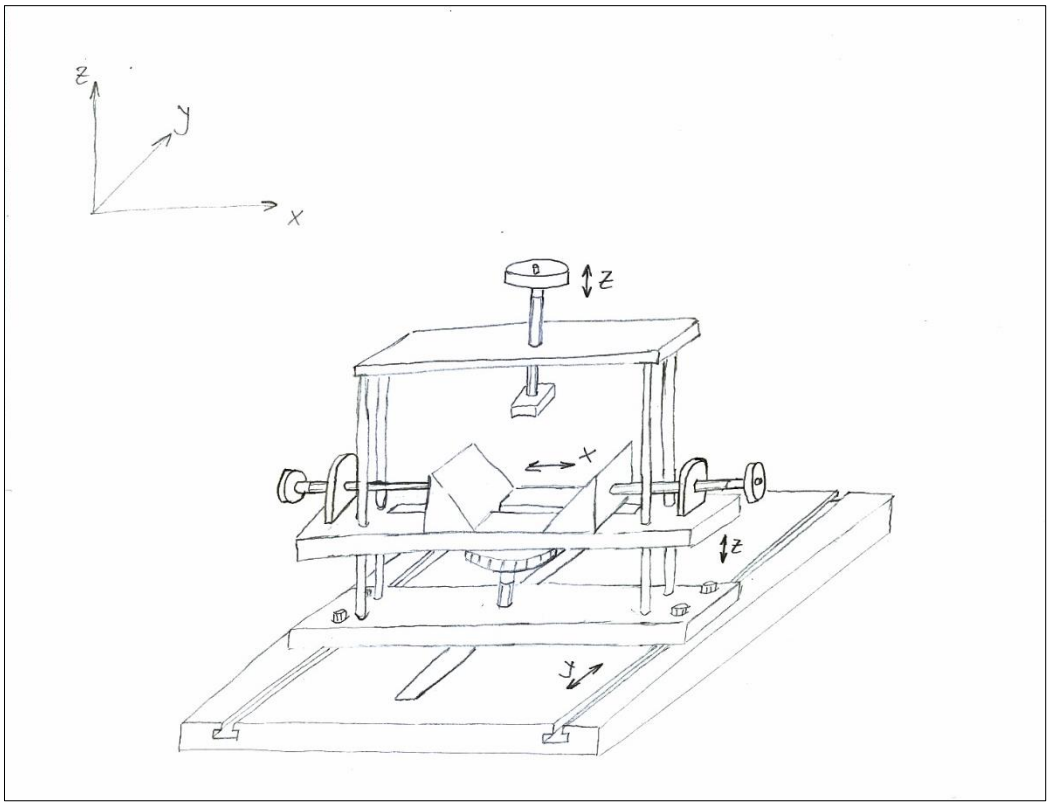
uslijed njegove mase može doći do blagog savijanja izlaznog vratila te se gubi koaksijalnost osi motora i vratila što pri velikim brzinama vrtnje motora može dovesti do velikih vibracija.

### *3.2.2. Koncept 2*

Za koncept 2 korištena su sljedeća rješenja iz morfološke matrice:

- prihvat naprave na kočnicu – rješenje „a“ – T-vijci,
- oslonac motora – rješenje „c“ – stol sa kosim osloncima,
- pritezanje motora – rješenje „a“ – navojna šipka,
- pozicioniranje motora – rješenje „b“ –navojna šipka.

Prikaz koncepta 2 dan je na slici 28.




*Slika 28. Skica koncepta 2*

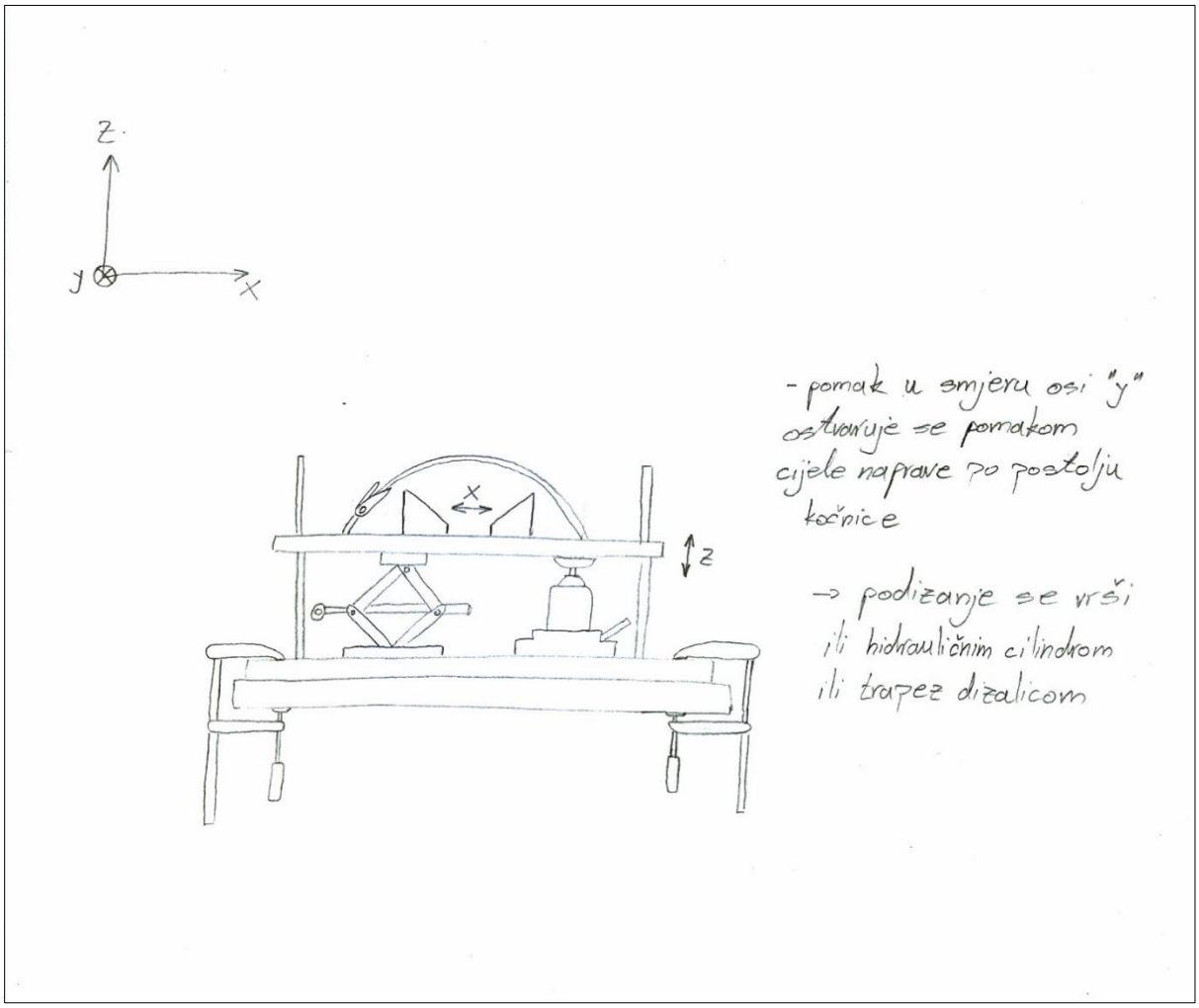
Koncept 2 omogućava pomak motora u sve 3 osi – u smjeru osi „x“ motor se pomiče pomoću navojnih šipki koje guraju ili povlače oslonce motora i tako pomiču motor, cijela naprava može klizati po postolju kočnice u smjeru osi „y“, a u smjeru osi „z“ motor se pomiče pomoću navojne šipke koja diže i spušta stol. Pritezanje motora se također obavlja pomoću navojne šipke.

### *3.2.3. Koncept 3*

Koncept broj 3 koristi sljedeća rješenja iz morfološke matrice:

- prihvat naprave na kočnicu – rješenje „c“ – pritezanje stegama,
- oslonac motora – rješenje „c“ – stol sa kosim osloncima,
- pritezanje motora – rješenje „b“ – traka (*njem. gurtna*),
- pozicioniranje motora – rješenje „a“ i rješenje „c“ ili „d“ – ITEM profili i trapez dizalica ili hidraulički cilindar.

Skica koncepta 3 prikazana je na slici 29.




*Slika 29. Skica koncepta 3*

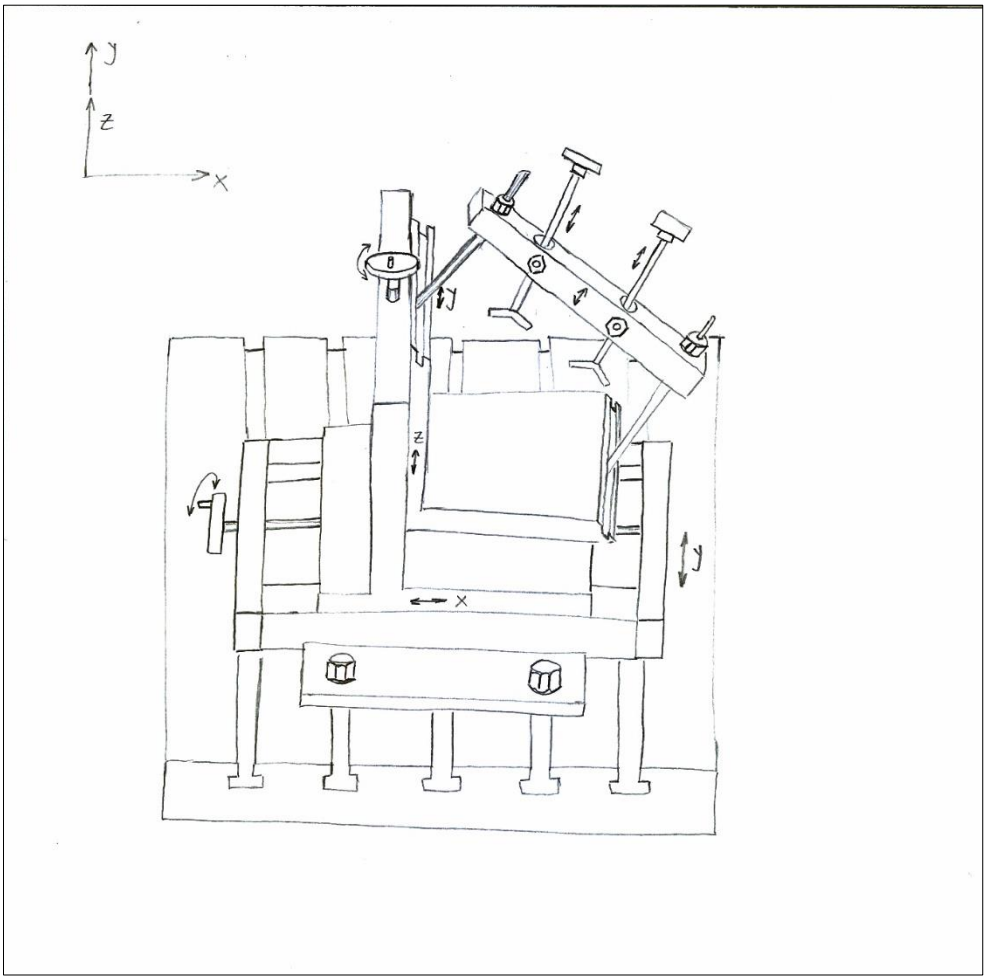
Koncept 3 jednostavno je rješenje koje omogućava pomak motora u sve tri osi – u smjeru osi „x“ motor se pomiče pomicanjem oslonaca po ITEM profilima, cijela naprava se pomiče u smjeru osi „y“, a dizanje i spuštanje (os „z“) ostvaruje se ili pomoću hidrauličkog cilindra ili pomoću trapez dizalice. Motor se priteže trakom.

### *3.2.4. Koncept 4*

Za izvedbu koncepta 4 korištena su ova rješenja iz morfološke matrice:

- prihvat naprave na kočnicu – rješenje „a“ – T-vijci,
- oslonac motora – rješenje „b“ – L-profil stol,
- pritezanje motora – rješenje „a“ – navojna šipka,
- pozicioniranje motora – rješenje „b“ – navojna šipka.

Koncept 4 prikazan je na slici 30.




*Slika 30. Skica koncepta 4*

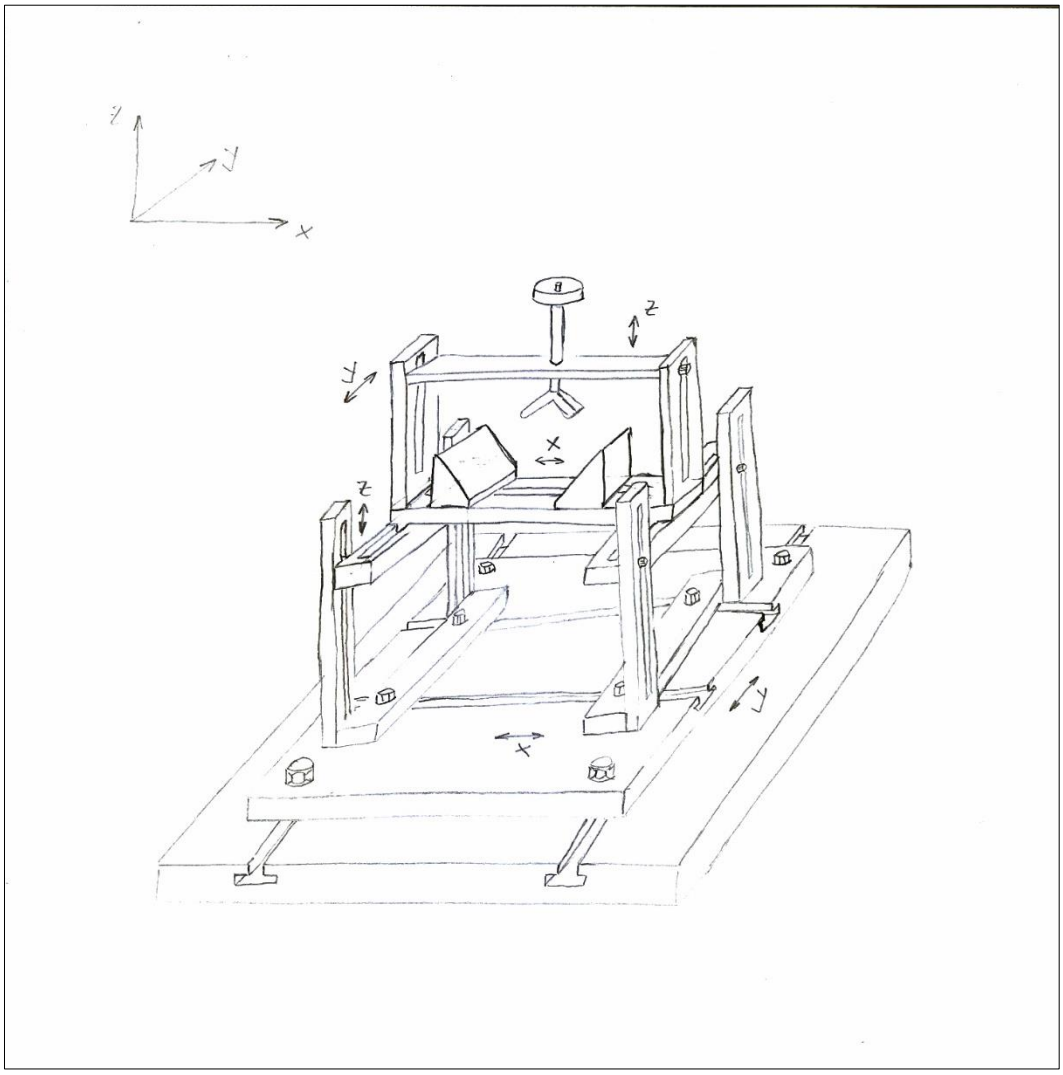
Koncept 4 predstavlja složeno ali učinkovito rješenje naprave. Omogućava pomak motora u sve tri osi – u smjeru osi „x“ i „z“ pomak se ostvaruje preko navojnih šipki, a cijela naprava se može pomicati po postolju kočnice u smjeru osi „z“. Koncept 4 omogućava prihvat različitih oblika i dimenzija motora i omogućava vrlo precizno pozicioniranje motora. Glavni nedostatci ovog koncepta su cijena izrade (procjena) i složenost izvedbe.

### *3.2.5. Koncept 5*

Koncept pod brojem 5 izrađen je od sljedećih rješenja iz morfološke matrice:

- prihvat naprave na kočnicu – rješenje „a“ – T-vijci,
- oslonac motora – rješenje „c“ – stol sa kosim osloncima,
- pritezanje motora – rješenje „a“ – navojna šipka,
- pozicioniranje motora – rješenje „a“ – ITEM profili.

Skica koncepta 5 prikazana je na slici 31.




*Slika 31. Skica koncepta 5*

Koncept 5 je veoma složeno rješenje prihvata motora sa mogućnošću vrlo preciznog pozicioniranja motora. Pomake u smjeru os „x“ i „z“ omogućavaju ITEM profili dok pomak u smjeru osi „y“ osigurava pomak cijele naprave po postolju kočnice. Pritezanje motora ostvaruje se navojnom šipkom.

### 3.3. Vrednovanje koncepata

Potrebno je obaviti vrednovanje koncepata kako bi se odbrao optimalni koncept za daljnju razradbu.

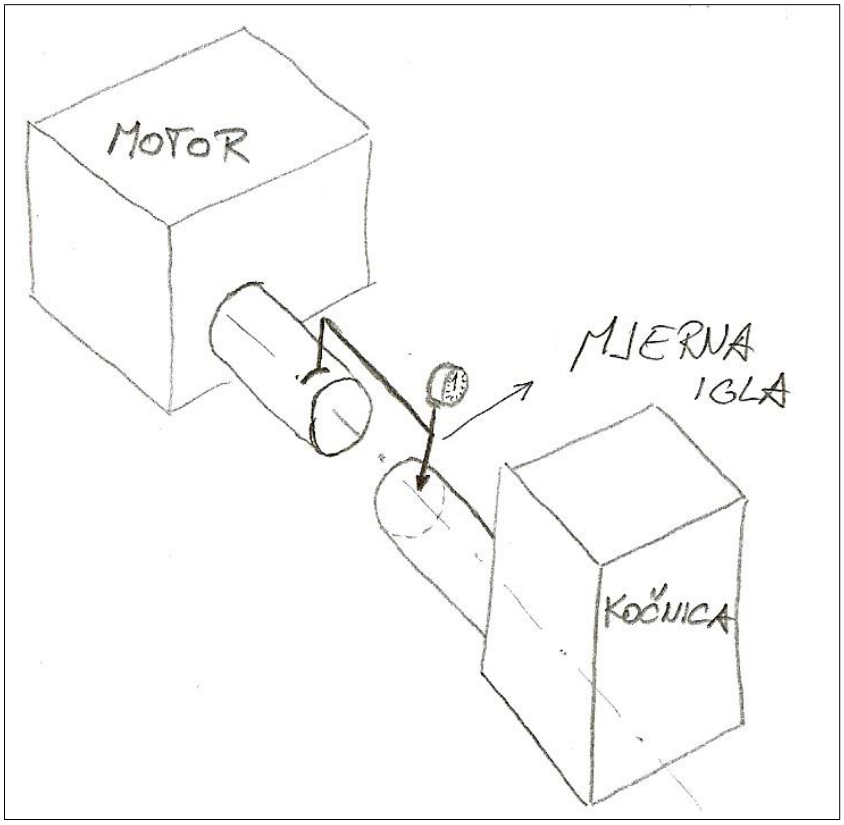
*Tablica 8. Vrednovanje koncepata*

| **Značajka** | | **Koncept** | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1. | Pozicioniranje motora | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 |
| 2. | Osiguranje koaksijalnosti vratila | 3 | 5 | 3 | 5 | 5 |
| 3. | Jednostavnost izrade | 5 | 3 | 4 | 3 | 2 |
| 4. | Cijena izrade (procjena) | 5 | 3 | 4 | 2 | 3 |
| 5. | Dimenzije ispitivanog motora | 3 | 3 | 5 | 4 | 4 |
| 6. | Mogućnost prihvata različitih motora | 2 | 3 | 3 | 5 | 3 |
| 7. | Jednostavnost rukovanja | 4 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| Prosječna ocjena | | **3,71** | **3,71** | **3,86** | **4,14** | **3,43** |

Legenda: 5 – odlično, 4 – vrlo dobro, 3 – dobro, 2 – loše, 1 – vrlo loše, najbolji rezultat, najlošiji rezultat.

Iz tablice vrednovanja vidi se da je najbolje ocjenjen koncept pod brojem 4. Iako cjenovno možda najskuplji, ima vrlo dobre ocjene u najvažnijim kategorijama, a to su pozicioniranje motora, osiguranje koaksijalnosti vratila, dimenzije ispitivanog motora i mogućnost prihvata različitih motora. Upravo je to razlog zašto je za daljnju razradu odabran koncept broj 4.

Koaksijalnost osi vratila može se provjeravati na više načina a ovdje će se navesti dva najjednostavnija načina. Prvi način je ispitivanje koaksijalnosti osi pomoću mjerne igle. Ispitivanje je vrlo jednostavno. Nakon pozicioniranja motora, na jedno od vratila pričvrsti se mjerna igla, a na drugo vratilo se postavi njen mjerni dio. Ukoliko rotacijom vratila na kojemu je oslonjen mjerni dio igle dođe do pomaka mjerne igle, osi vratila nisu koaksijalne. Kada bi osi vratila bile koaksijalne, mjerna igla bi mirovala. Skica opreme za ovakvo ispitivanje prikazana je na slici 32.



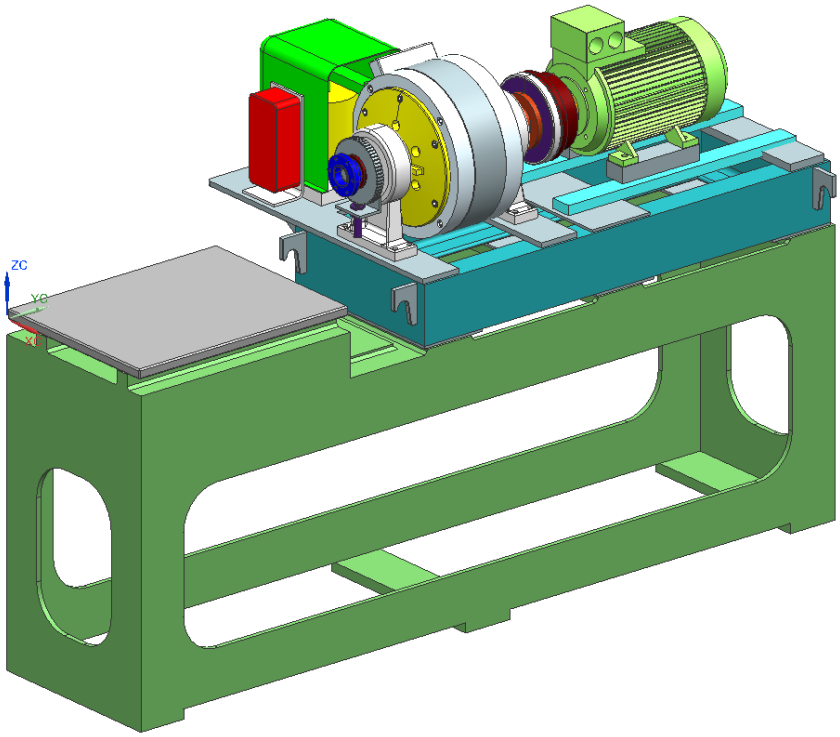

*Slika 32. Ispitivanje koaksijalnosti osi mjernom iglom*

Druga metoda kojom se ispituje koaksijalnost osi je optička metoda. Pomoću optičkog lasera određuju se dva cilindra. Jedan cilindar prikazuje oblik i smjer vratila motora, dok drugi cilindar predstavlja vratilo ispitne kočnice. Tada se u programu određuje jesu li osi tih dvaju vratila koaksijalne. Ukoliko nisu, motor se ponovno pozicionira te se postupak ponavlja ispočetka i tako sve dok se ne postigne koaksijalnost osi.

# 4. KONSTRUKCIJSKA RAZRADA

## 4.1. Kočnica Zöllner

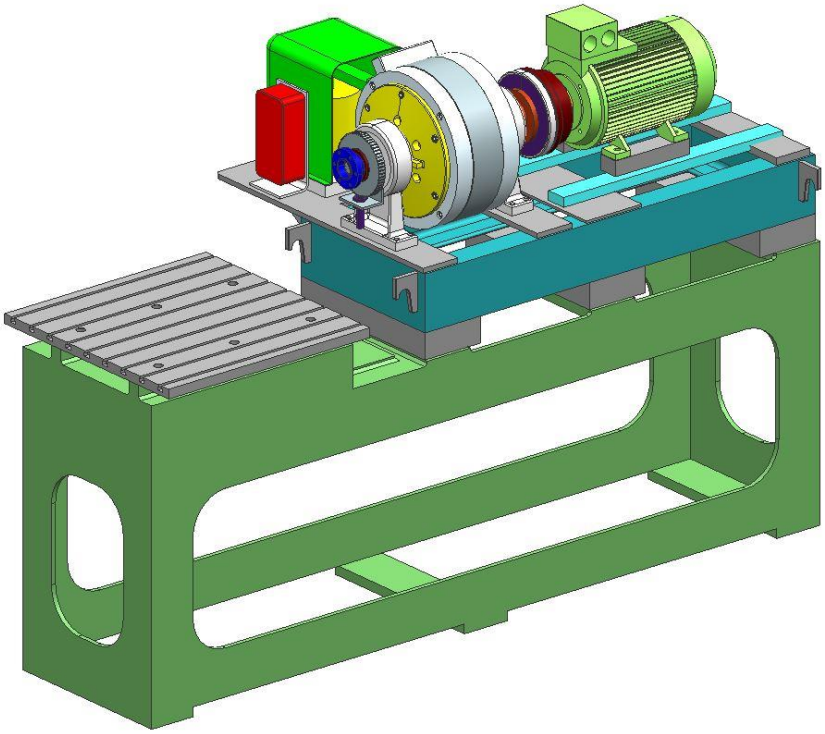
Naprava koju je potrebno konstruirati koristila bi se na ispitnoj kočnici Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS. Radi se o električnoj kočnici koja radi na principu vrtložnih struja. Na njoj se mogu ispitivati manji motori snage do 20 kW i maksimalne brzine vrtnje od 10000 $min^{-1}$. STEP datoteka (eng. *Standard for the Exchange of Product Data*) kočnice preuzeta je na Katedri za motore i vozila Fakulteta strojarstva i brodogradnje u Zagrebu. Slika 3D modela prikazana je na slici 33.




*Slika 33. 3D model kočnice Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS*

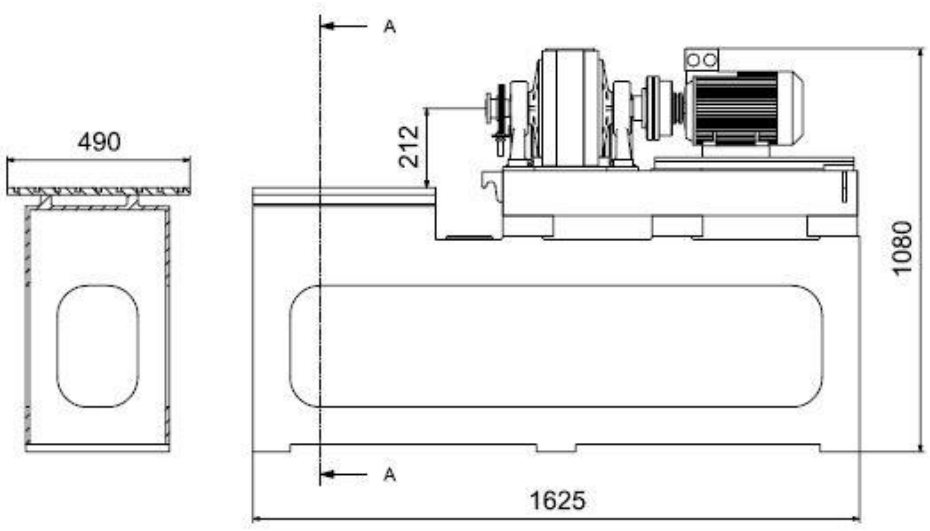
Kako bi se na kočnici mogao ispitati što veći broj različitih motora, biti će potrebne sitne preinake na samoj ispitnoj kočnici. Naime, kako bi se naprava mogla pomicati od kočnice i prema njoj, ploča koja je do sada predstavljala podlogu na koju se oslanjao motor biti će zamijenjena pločom sa T-utorima. Kako bi to ostvarili, potrebno je izbušiti nekoliko rupa preko kojih će se ploča pričvrstiti (fiksirati) za postolje kočnice. Veličina rupa i njihov raspored biti će dan kasnije u sklopu tehničke dokumentacije. Također, kočnicu treba podignuti za 50 mm u odnosu na napravu za prihvat motora kako bi se omogućio prihvat određenih strojeva. Podizanje kočnice ostvaruje se podmetanjem uložaka debljine 50 mm na pozicije gdje se ispitna kočnica

oslanja na postolje. Posljednja preinaka je zamjena ležajeva vratila kočnice kako bi se povećala maksimalna brzina vrtnje pri kojoj se ispitivanje može obavljati. Na slici 34. prikazana je kočnica Zöllner nakon potrebnih preinaka.



*Slika 34. 3D model ispitne kočnice nakon preinaka*

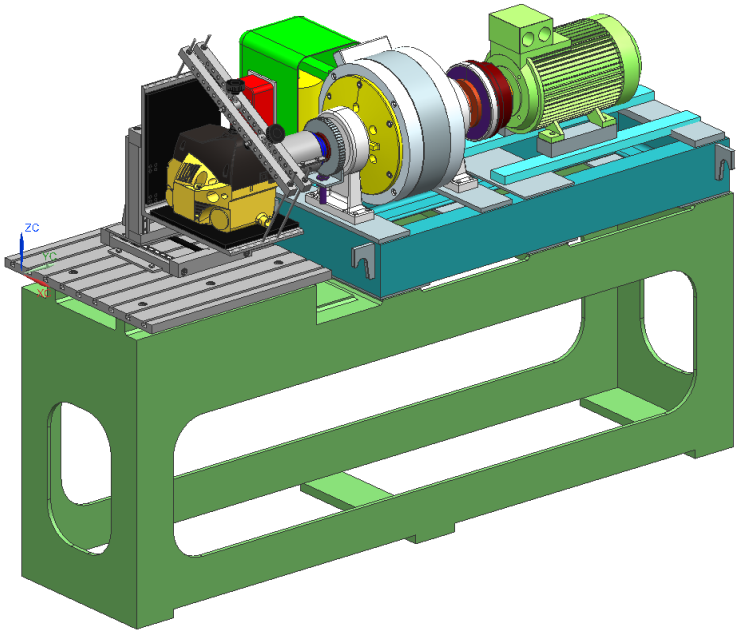
Bitno je i pokazati osnovne dimenzije same kočnice i prema njima pokušati prilagoditi napravu kako bi se omogućio što veći raspon motora koji se može ispitati na kočnici. Glavne mjere kočnice nakon preinaka određene su u programu *Siemens NX 10* i prikazane na slici 35.




*Slika 35. Glavne dimenzije ispitne kočnice Zöllner*

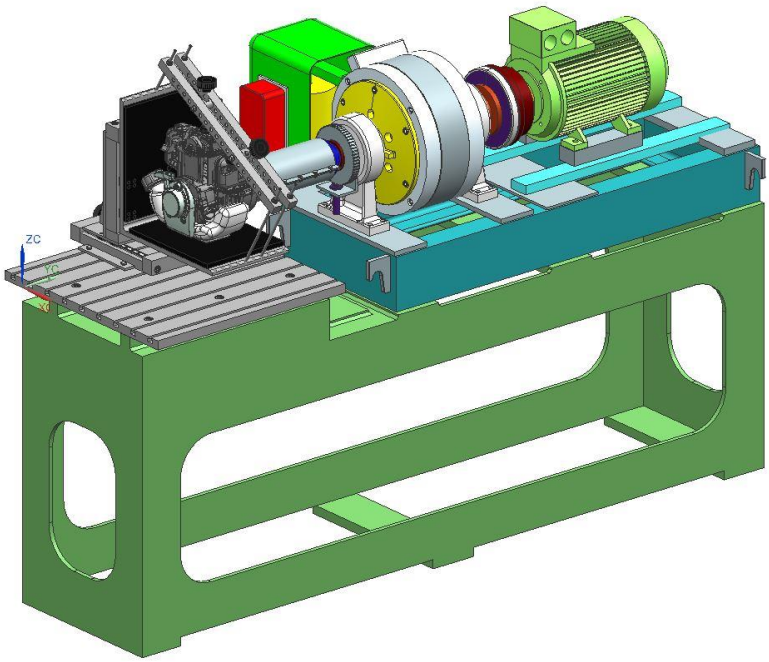
## 4.2. Konačno rješenje naprave za prihvat motora

Nakon analize tržišta ručnih strojeva i odabira najboljeg koncepta, kreće se u razradu konačnog rješenja. Izgled konačnog rješenja zajedno sa ispitnom kočnicom i motorom na kojem se obavlja ispitivanje (3D model motorne pile preuzet s baze CAD modela [12]) dan je na slici 36.



*Slika 36. Konfiguracija za pričvršćenje motora motorne pile*

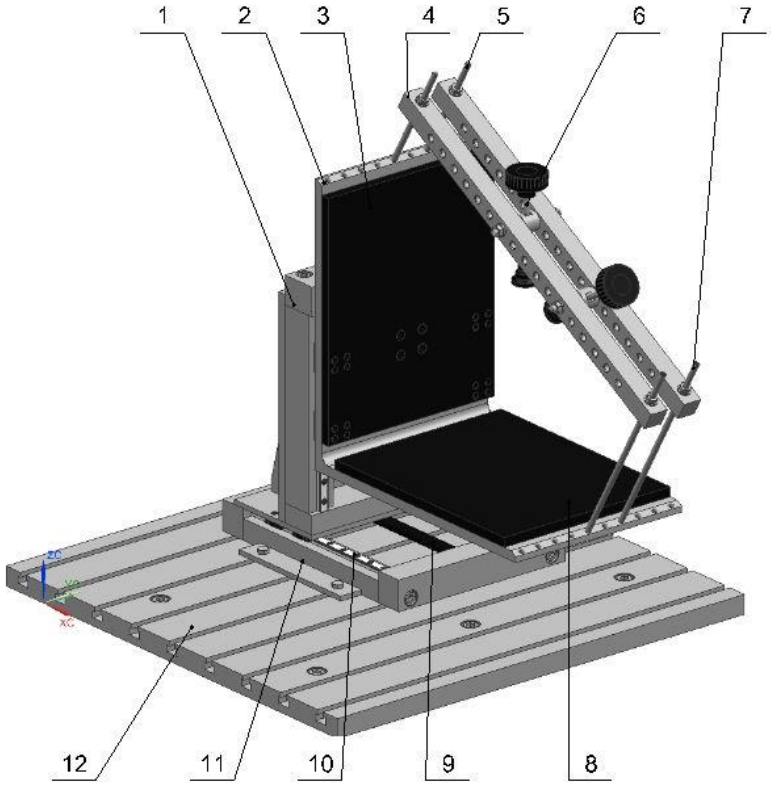
Na slici 37. naprava je prikazana za u konfiguraciji za pričvršćenje motora motorne kose [12].



*Slika 37. Konfiguracija za pričvršćenje motora motorne kose*

### *4.2.1. Glavni dijelovi naprave za prihvat motora*

Dio dijelova za napravu će se naručiti kao standardni dijelovi, dok će se dio izraditi. Popis korištenih standardnih dijelova dan je u poglavlju 6., dok je tehnička dokumentacija dijelova za izradu dana u prilogu II. Navojne šipke nosača (slika 38., pozicije 5 i 7 ) te navojne šipke stezaljke (slika 38., pozicija 6) su izmjenjive i mogu se naručiti u nekoliko veličina. Naime kod većih dimenzija potrebne se dulje šipke nosača, a kraće šipke stezaljke dok je kod manjih motora obrnuto. U ovom radu će se koristiti šipke nosača dimenzija **M6x130** (slika 38., pozicija 5) te **M6x230** (slika 38., pozicija 7), dok su dimenzije šipke stezaljke (slika 38., pozicija 6) **M6x100**. Prikaz glavnih dijelova naprave dan je na slici 38.




*Slika 38. Glavni dijelovi naprave za prihvat motora*

1 – prihvatni dio naprave

2 – stol

3 – antivibracijska guma

4 – nosač dijelova za pritezanje

5 – navojna šipka nosača

6 – stezaljka (navojna šipka)

7 – navojna šipka nosača

8 – antivibracijska guma

9 – navojno vreteno

10 – klizač

11 – postolje naprave

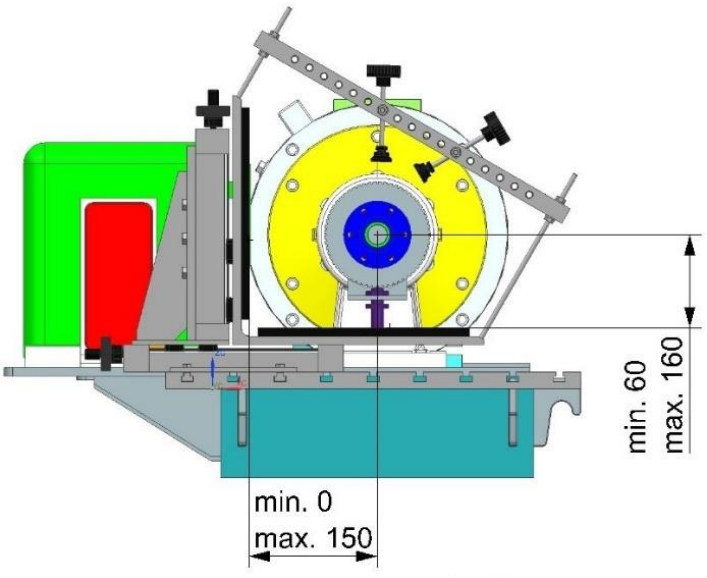
12 – postolje motora

### *4.2.2. Princip rada naprave za prihvat motora*

Kako bi se motor mogao točno pozicionirati, naprava omogućava pomake u smjeru tri osi. Naprava može klizati po postolju motora kojeg se ispituje (slika 38., pozicija 11) u smjeru osi „y“. Nakon namještanja pritežu se vijci koji pričvršćuju napravu za postolje motora. Jednostavnim rotiranjem trapeznog vretena (slika 38., pozicija 9) omogućava se pomicanje naprave u smjeru osi „x“, a isto takvo vreteno koje se nalazi iznad uspravne stranice stola omogućava dizanje i spuštanje motora, odnosno pomicanje u smjeru osi „z“. Kretnju u smjeru osi „x“ i „z“ olakšavaju klizači (slika 38., pozicija 10) koji se osim na horizontalnoj stranici stola nalaze i na vertikalnoj stranici. Cijela naprava može se zarotirati za 180° oko osi „z“.

Pričvršćivanje motora ostvaruje se pomoću stezaljke (slika 38., pozicija 6). Cijeli nosač (slika 38., pozicija 4) na kojem se nalazi stezaljka može se pomicati u smjeru navojnih šipki kako bi se mogao pozicionirati bliže motoru. Nakon pozicioniranja nosača, motor se pričvršćuje pomoću stezaljke. stezaljka se može smjestiti na više pozicija na nosaču kao što je vidljivo na slici 38., a može se koristiti jedna ili više stezaljki kako bi se motor efikasno pričvrstio (fiksirao). Sama stezaljka može rotirati zajedno sa svojom vodilicom, a zbog sfernog zgloba u glavi stezaljke, glava također može rotirati kako bi se omogućio prihvat na kosim ili zaobljenim plohama. Radi boljeg prianjanja, vrh glave stezaljke izrađen je od gume. Kako bi se smanjile vibracije tokom ispitivanja, koriste se antivibracijske gume koje se zalijepe na stranice stola.

Na slici 39. prikazana je minimalna i maksimalna udaljenost stola naprave od osi vratila kočnice.




*Slika 39. Minimalna i maksimalna udaljenost stola naprave od osi vratila kočnice*

# 5. KONTROLNI PRORAČUN KRITIČNIH ELEMENATA

Kako bi se osiguralo da elementi naprave za prihvat motora mogu podnijeti opterećenja koja se mogu pojaviti u eksploataciji provest će se proračun kritičnih dijelova naprave za prihvat motora. Obavit će se proračun elemenata naprave obzirom na masu samih dijelova i najveću masu motora kategorije NRSh, te opterećenje koje uzrokuje moment motora.

Od strojeva koji su analizirani u ovome radu, najveći moment motora ima puhalica lišća Villager VBV270PE.

$$M_{\mathrm{e}}' = \frac{P_{\mathrm{e}}}{\omega} = \frac{800}{335{,}1} = 2{,}387\ \mathrm{Nm} \approx 2{,}4\ \mathrm{Nm}. \tag{5.1}$$

Kako moment pri najvećoj snazi motora ne mora biti i najveći moment koji motor ostvaruje, izračunati moment će se uvećati za 100% kako bi bili na strani sigurnosti. Moment motora tada iznosi:

$$M_{\mathrm{e}}'' = M_{\mathrm{e}}' + M_{\mathrm{e}}' = 2{,}4 + 2{,}4 = 4{,}8\ \mathrm{Nm} \approx 5\ \mathrm{Nm}. \tag{5.2}$$

Prema [13], dinamički faktor za motore s unutarnjim izgaranjem iznosi:

$$k_{\mathrm{din}} = 1{,}2 \ldots 1{,}5. \tag{5.3}$$

Kako bi bili na strani sigurnosti, uzet će se da je dinamički faktor maksimalan, odnosno $k_{\mathrm{din}} = 1{,}5$. Tada moment koji opterećuje elemente naprave iznosi:

$$M_{\mathrm{e}} = M_{\mathrm{e}}'' \cdot k_{\mathrm{din}} = 5 \cdot 1{,}5 = 7{,}5\ \mathrm{Nm}. \tag{5.4}$$

## 5.1. Proračun vertikalnih klizača

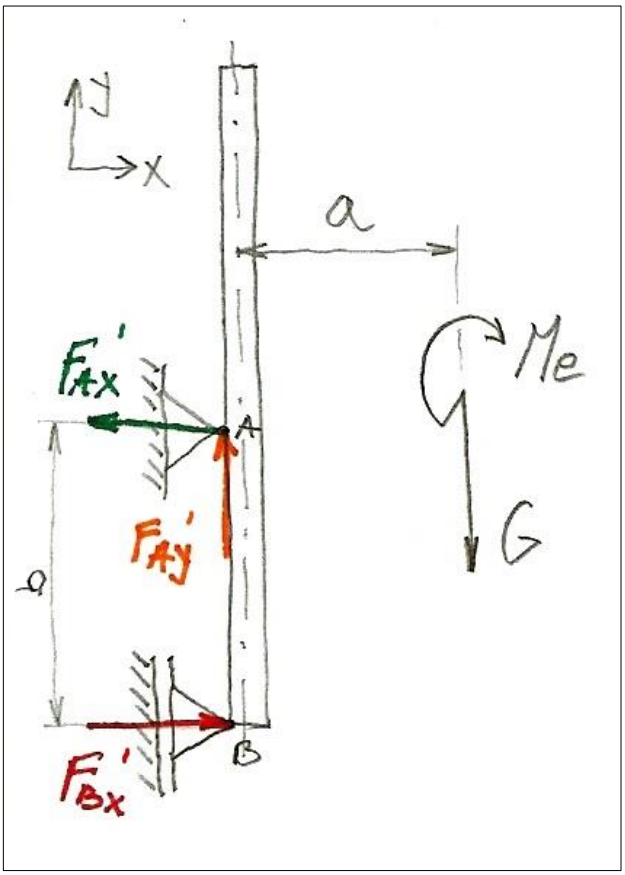
Na slici 40. prikazan je proračunski model za proračun vertikalnih klizača.

$G =$ težina koja opterećuje klizače, N,

$M_\mathrm{e} =$ efektivni moment motora, Nm,

$a = 150$ mm $=$ udaljenost središta masa (maksimalna vrijednost),

$b = 69$ mm $=$ međusobna udaljenost klizača.




*Slika 40. Proračunski model vertikalnih klizača*

Reakciju $F_\mathrm{Ax}$' preuzimaju klizači, a reakciju $F_\mathrm{Ay}$' matica vretena. Masa stola i ostalih elemenata koje opterećuju klizače određeni su analizom svojstava tijela u programu *Siemens NX 10* u kojem je cijela naprava modelirana. Masa stola i njegovih elemenata iznosi $m_\mathrm{st} = 13$ kg. Za masu motora uzet će se najveća dopuštena masa ručnih strojeva prema uredbi [3], a ona iznosi $m_\mathrm{mot} = 20$ kg. Težina elemenata tada iznosi:

$$G' = (m_\mathrm{st} + m_\mathrm{mot}) \cdot g = (13 + 20) \cdot 9{,}81 = 323{,}7 \text{ N}. \tag{5.5}$$

Težinu elemenata također množimo s dinamičkim faktorom.

$$G = G' \cdot k_{\text{din}} = 323{,}7 \cdot 1{,}5 = 485{,}6 \text{ N} \approx 500 \text{ N}. \tag{5.6}$$

Reakcije u osloncima izračunavaju se prema sljedećim jednadžbama:

$$\sum F_{\text{x}} = 0 \qquad F_{\text{Bx}}{}' - F_{\text{Ax}}{}' = 0, \tag{5.7}$$

$$\sum F_{\text{y}} = 0 \qquad F_{\text{Ay}}{}' - G = 0, \tag{5.8}$$

$$\sum M_{\text{A}} = 0 \qquad F_{\text{Bx}}{}' \cdot b - G \cdot a - M_{\text{e}} = 0, \tag{5.9}$$

$$F_{\text{Bx}}{}' = \frac{G \cdot a + M_{\text{e}}}{b} = \frac{500 \cdot 150 + 7500}{69} = 1195{,}7 \text{ N}, \tag{5.10}$$

$$F_{\text{Ax}}{}' = F_{\text{Bx}}{}' = 1195{,}7 \text{ N}, \tag{5.11}$$

$$F_{\text{Ay}}{}' = G = 500 \text{ N}. \tag{5.12}$$

Kako su korištena dva reda klizača, uvodi se pretpostavka da se opterećenje jednoliko raspoređuje na oba klizača. Tada sila koje opterećuje pojedini klizač iznosi:

$$F_{\text{Ax}} = F_{\text{Bx}} = \frac{F_{\text{Ax}}{}'}{2} = \frac{1195{,}7}{2} = 597{,}9 \text{ N}. \tag{5.13}$$

Prema preporuci proizvođača [14], maksimalno dopušteno opterećenje po klizaču iznosi:

$$F_{\text{dop}} = 2500 \text{ N}, \tag{5.14}$$

$$F_{\text{Ax}} = F_{\text{Bx}} < F_{\text{dop.}} \tag{5.15}$$

## 5.2. Proračun vijaka vertikalnih klizača

Svaki klizač povezan je sa stolom preko 4 vijka **M3x10**. Pretpostavlja se jednaka raspodjela opterećenja po vijcima što znači da vlačna sila u pojedinom vijku klizača iznosi:

$$F_{\mathrm{v}} = \frac{F_{\mathrm{Ax}}}{4} = \frac{598}{4} = 149{,}5\ \mathrm{N}. \tag{5.16}$$

Osnovne dimenzije navoja **M3** prema [15] su:

$P = 0{,}5$ mm,

$d = 3$ mm,

$d_1 = 2{,}459$ mm,

$d_2 = 2{,}675$ mm,

$A = 4{,}48\ \mathrm{mm}^2$.

Proračun vijaka klizača provodi se prema [16]. Vlačno naprezanje vijaka iznosi:

$$\sigma_{\mathrm{v}} = \frac{F_{\mathrm{v}}}{A} = \frac{149{,}5}{4{,}48} = 33{,}4\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \tag{5.17}$$

Za materijal vijaka kvalitete 12.9, granica tečenja prema [16] iznosi:

$$R_{\mathrm{p0,2}} = 1080\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \tag{5.18}$$

Dopušteno naprezanje vijaka prema [15] tada iznosi:

$$\sigma_{\mathrm{dop}} = 0{,}3 \cdot R_{\mathrm{p0,2}} = 324\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2} > \sigma_{\mathrm{v}}. \tag{5.19}$$

### 5.3. Proračun vijaka matice vertikalnog vretena

Proračun vijaka matice vertikalnog vretena provest će se prema [17]. Dimenzije navoja **M5** prema [15] su:

$P = 0{,}8$ mm,

$d = 5$ mm,

$d_1 = 4{,}134$ mm,

$d_2 = 4{,}48$ mm,

$A = 12{,}7$ mm$^2$.

Prema [17], vertikalna sila $F_{\mathrm{Ay}}'$ (slika 39.) prenosi se ostvarivanjem dovoljno velike sile trenja u čemu sudjeluju svi vijci. Prema [18], faktor trenja za tarni par čelik/bronca iznosi:

$\mu = 0{,}1$.

Matica i stol povezani su s 4 vijka **M5x25**. Sila u pojedinom vijku iznosi:

$$F_{\mathrm{v}} = \frac{F_{\mathrm{Ay}}{}'}{n \cdot \mu} = \frac{500}{4 \cdot 0{,}1} = 1250 \text{ N}, \tag{5.20}$$

gdje je *n* broj vijaka koji sudjeluje u prijenosu sile.

Naprezanje u vijku tada iznosi:

$$\sigma_v = \frac{F_{\mathrm{v}}}{A} = \frac{1250}{12{,}7} = 98{,}4 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \tag{5.21}$$

Vijci su izrađeni od materijala kvalitete 12.9 pa prema (5.19) vrijedi:

$$\sigma_{\mathrm{v}} < \sigma_{\mathrm{dop}}. \tag{5.22}$$

## 5.4. Proračun vertikalnog vretena

Proračun vretena izvodi se prema [18]. Za trapezni navoj **Tr 12x2** prema [15] vrijedi:

$P = 2$ mm,

$d = 12$ mm,

$d_2 = 11$ mm,

$d_3 = 9{,}5$ mm,

$D_1 = 10$ mm,

$D_4 = 12{,}5$ mm,

$A = 70{,}9\ \text{mm}^2$.

Vreteno je opterećeno na tlak i na torziju pa se računa reducirano naprezanje. Tlačno naprezanje iznosi:

$$\sigma_t = \frac{F_{Ay}{}'}{A} = \frac{500}{70{,}9} = 7{,}1\ \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \tag{5.23}$$

Kako bi izračunali torzijski moment, prvo moramo izračunati polarni moment otpora vretena te torzijski moment navoja vretena.

$$\varphi = \tan^{-1}\left(\frac{P}{d_2 \cdot \pi}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{2}{11 \cdot \pi}\right) = 3{,}3°, \tag{5.24}$$

$$\rho' = \tan^{-1}\left(\frac{\mu}{\cos\beta}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{0{,}1}{\cos 15}\right) = 5{,}9°. \tag{5.25}$$

$\varphi =$ kut uspona, °,

$\rho' =$ korigirani kut trenja, °,

$\mu = 0{,}1 =$ faktor trenja za tarni par čelik/bronca,

$\beta = 15° =$ polovina vršnog kuta navoja.

Iz (5.24) i (5.25) zaključujemo da je navoj samokočan jer vrijedi:

$$\rho' > \varphi. \tag{5.26}$$

Torzijski moment navoja i polarni moment otpora iznose:

$$T = {F_{\mathrm{Ay}}}' \cdot \frac{d_2}{2} \cdot \tan(\varphi + \rho') = 500 \cdot \frac{11}{2} \cdot \tan(3{,}3 + 5{,}9) = 445{,}4\ \mathrm{Nmm} = 0{,}45\ \mathrm{Nm}, \tag{5.27}$$

$$W_{\mathrm{p}} = \frac{\pi \cdot {d_3}^3}{16} = \frac{\pi \cdot 9{,}5^3}{16} = 168{,}3\ \mathrm{mm}^3. \tag{5.28}$$

Iz jednadžbi (5.27) i (5.28) može se izračunati torzijsko naprezanje vretena:

$$\tau_{\mathrm{t}} = \frac{T}{W_{\mathrm{p}}} = \frac{445{,}4}{168{,}3} = 2{,}6\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \tag{5.29}$$

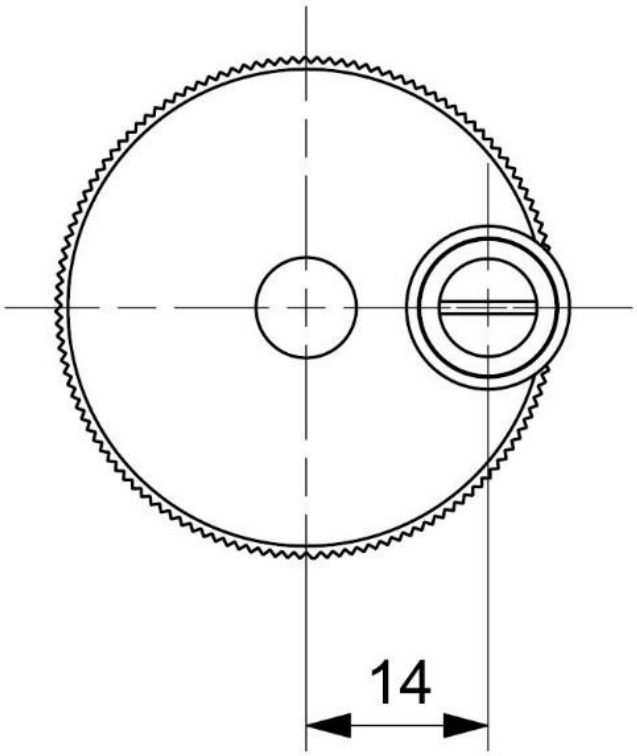
Reducirano naprezanje izračuna se prema formuli:

$$\sigma_{\mathrm{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot {\tau_{\mathrm{t}}}^2} = \sqrt{7{,}1^2 + 3 \cdot 2{,}6^2} = 8{,}4\ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \tag{5.30}$$

Zbog malog naprezanja, proračun vretena na izvijanje nije potrebno provoditi. Iz istog razloga neće se provoditi ni proračun horizontalnog vretena te matica vretena.

### *5.4.1. Izračun sile potrebne za okretanje vretena*

Kolo kojim se okreće vreteno ima polumjer $r = 14$ mm na mjestu djelovanja ručne sile, kao što je prikazano na slici 41.



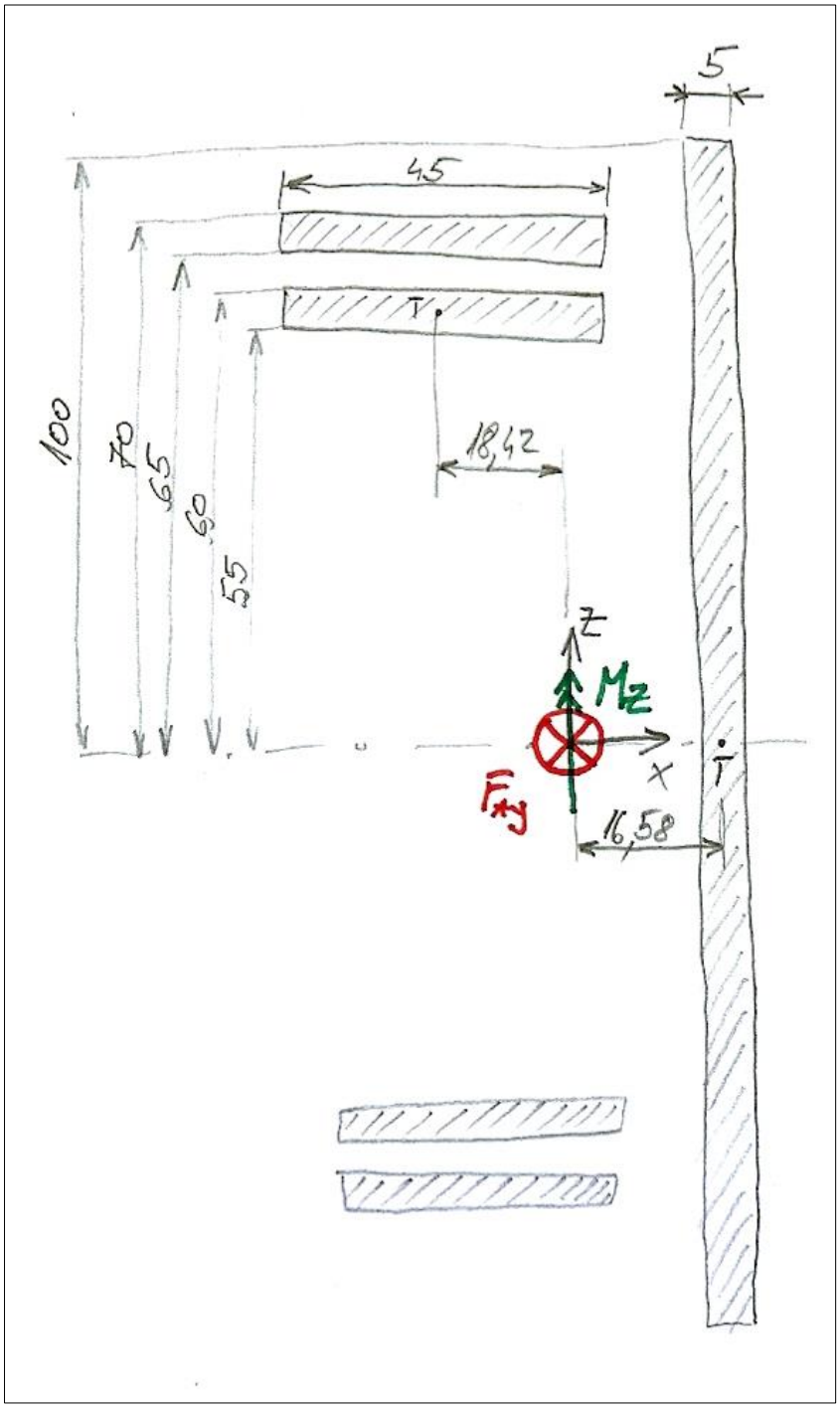

*Slika 41. Ručno kolo vretena*

Sila potrebna za okretanje vretena tada iznosi:

$$F_{\mathrm{R}} = \frac{T}{r} = \frac{445{,}4}{14} = 31{,}8 \text{ N}. \tag{5.31}$$

## 5.5. Proračun zavara rebara

Rebra su zavarena za horizontalnu i vertikalnu ploču. Proračun zavara provest će se prema [19]. Korišten je zavar širine $a = 5$ mm. Karakteristike zavara prikazane su na slici 42.




*Slika 42. Karakteristike zavara*

Koordinatni sustav postavljen je u težište presjeka. Lokacija težišta određena je u programu *Siemens NX 10.*

Moment tromosti presjeka u smjeru osi „z“:

$$I_{\mathrm{z}} = \sum \left( \frac{h \cdot b^3}{12} + h \cdot b \cdot {x_{\mathrm{T}}}^2 \right) = 4 \cdot \left( \frac{5 \cdot 45^3}{12} + 5 \cdot 45 \cdot 18{,}42^2 \right) + \frac{200 \cdot 5^3}{12} + 200 \cdot 5 \cdot 16{,}58^2 = 734211{,}5 \text{ mm}^4. \quad (5.32)$$

Moment otpora zavara iznosi:

$$W_{\mathrm{z}} = \frac{I_{\mathrm{z}}}{a} = \frac{734211{,}5}{41} = 17907{,}6 \text{ mm}^3, \quad (5.33)$$

gdje je $a = 41$ mm najveća udaljenost ruba zavara do težišta.

Moment $M_{\mathrm{z}}$ računa se preko formule:

$$M_{\mathrm{z}} = F_{\mathrm{Ay}} \cdot l = 500 \cdot 73 = 36500 \text{ Nmm} = 36{,}5 \text{ Nm}, \quad (5.34)$$

gdje je $l = 73$ mm udaljenost težišta presjeka zavara od vertikalnih klizača.

Naprezanje uzrokovano savijanjem zavara oko osi „z“ iznosi:

$$\sigma_{\mathrm{f}} = \frac{M_{\mathrm{z}}}{W_{\mathrm{z}}} = \frac{36500}{17907{,}6} = 2{,}1 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \quad (5.35)$$

Tlačno naprezanje zavara iznosi:

$$\sigma_{\mathrm{t}} = \frac{F_{\mathrm{Ay}}}{A_{\mathrm{zav}}} = \frac{500}{1900} = 0{,}3 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \quad (5.36)$$

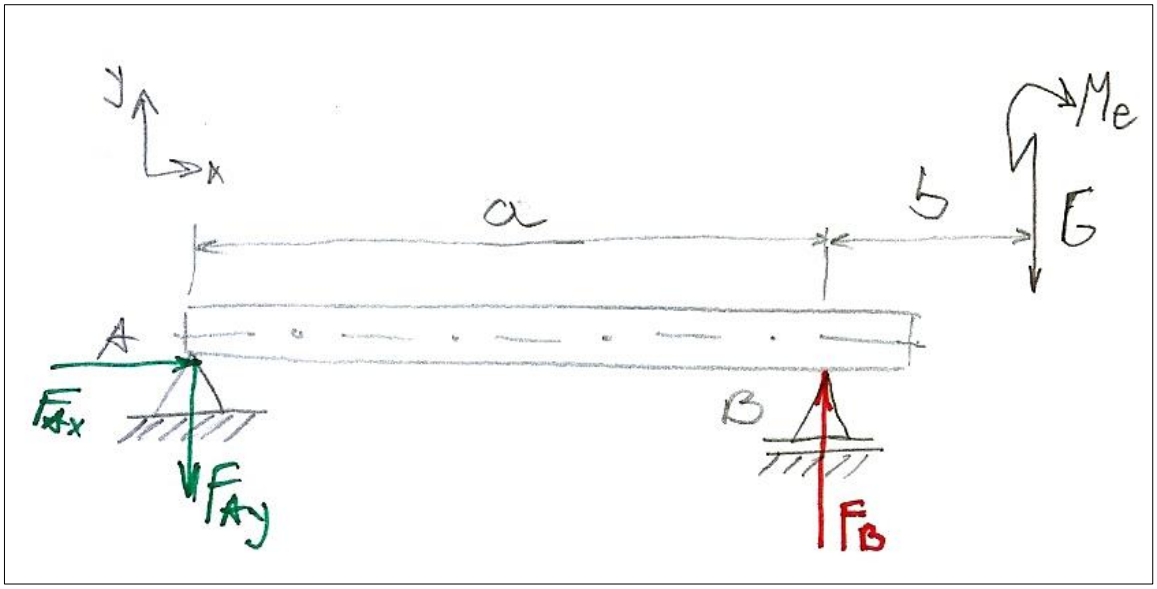
Ukupno naprezanje zavara tada iznosi:

$$\sigma_{\mathrm{zav}} = \sigma_{\mathrm{f}} + \sigma_{\mathrm{t}} = 2{,}1 + 0{,}3 = 2{,}4 \ \frac{\mathrm{N}}{\mathrm{mm}^2}. \quad (5.37)$$

Naprezanje zavara je zanemarivo malo stoga se neće proračunavati sigurnost zavara.

## 5.6. Proračun horizontalnih klizača

Na slici 43. prikazan je proračunski model horizontalnih klizača.




*Slika 43. Proračunski model horizontalnih klizača*

$G =$ težina koja opterećuje klizače, N,

$M_\mathrm{e} =$ efektivni moment motora, Nm,

$a = 58$ mm $=$ međusobna udaljenost klizača,

$b = 84$ mm $=$ udaljenost težišta masa (maksimalna vrijednost).

Masa koju nose horizontalni klizači određena je iz modela u programu *Siemens NX 10* i ona iznosi $m_\mathrm{h} = 25$ kg. Težina tada *G* iznosi:

$$G = (m_\mathrm{h} + m_\mathrm{mot}) \cdot g \cdot k_\mathrm{din} = (25 + 20) \cdot 9{,}81 \cdot 1{,}5 = 662{,}2 \text{ N}. \qquad (5.38)$$

Reakcije u osloncima izračunavaju se prema sljedećim jednadžbama:

$$\sum F_{\mathrm{x}} = 0 \qquad F_{\mathrm{Ax}} = 0, \tag{5.39}$$

$$\sum F_{\mathrm{y}} = 0 \qquad {F_{\mathrm{B}}}' - {F_{\mathrm{Ay}}}' - G = 0, \tag{5.40}$$

$$\sum M_{\mathrm{A}} = 0 \qquad {F_{\mathrm{B}}}' \cdot a - G \cdot (a + b) - M_{\mathrm{e}} = 0, \tag{5.41}$$

$$ {F_{\mathrm{B}}}' = \frac{G \cdot (a + b) + M_{\mathrm{e}}}{a} = \frac{662{,}2 \cdot (58 + 84) + 7500}{58} = 1750{,}5 \text{ N}, \tag{5.42}$$

$$F'_{\mathrm{Ay}} = F'_{\mathrm{B}} - G = 1750{,}5 - 662{,}2 = 1088{,}3 \text{ N}. \tag{5.43}$$

Kao i kod vertikalnih klizača, i ovdje je osmišljena konstrukcija s dva reda klizača stoga se pretpostavlja jednaka raspodjela opterećenja po svakom klizaču. Kako je klizač B opterećeniji od klizača A, proračun će se provesti u odnosu na klizač B.

Opterećenje klizača B:

$$F_{\mathrm{B}} = \frac{{F_{\mathrm{B}}}'}{2} = \frac{1750{,}5}{2} = 875{,}3 \text{ N}. \tag{5.44}$$

Prema preporuci proizvođača [14], maksimalno dopušteno opterećenje po klizaču iznosi:

$$F_{\mathrm{dop}} = 1680 \text{ N}, \tag{5.45}$$

$$F_{\mathrm{B}} < F_{\mathrm{dop.}} \tag{5.46}$$

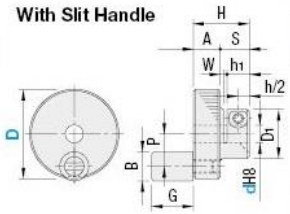
# 6. POPIS KORIŠTENIH STANDARDNIH DIJELOVA

Kako bi naprava za prihvat motora bila što jeftinija i jednostavnija za izradu, teži se korištenju što više standardnih dijelova.

## 6.1. Proizvođač dijelova MISUMI

Slike 44.-49. preuzete su sa [14]. Za svaki dio navedena je njegova pozicija na odgovarajućem crtežu, a u zagradama je navedena oznaka dijela također prema [14]. Jednostavni dijelovi poput vijaka ili matica neće se navesti u popisu.

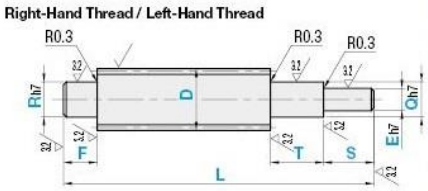
1. Ručno kolo, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 1 (HOKP40-8).




| | | | |
|---|---|---|---|
| Handwheel Type | [Knurling] Aluminum Knurled | Handle, O.D. D(Ø) | 40 |
| Handle, Material | [Aluminum] EN AW-5056 Equiv. | I.D. Shaft Bore Shape | Clamping |
| Handle Hole | With Handle | Handle, Type | Revolving Handles |
| Handle Surface Treatment | Black Anodized Aluminum | Grip Material | [Nylon] Nylon 6 (Black) |
| Handle Thickness(mm) | 25 | Mounting Section, O.D.(Ø) | 22 |
| Square Hole Size(mm) | - | Tap | Provided (1 Place) |
| Round Bore Dia. d(Ø) | 8 | RoHS | 10 |

*Slika 44. Ručno kolo Φ40 (HOKP40-8)*

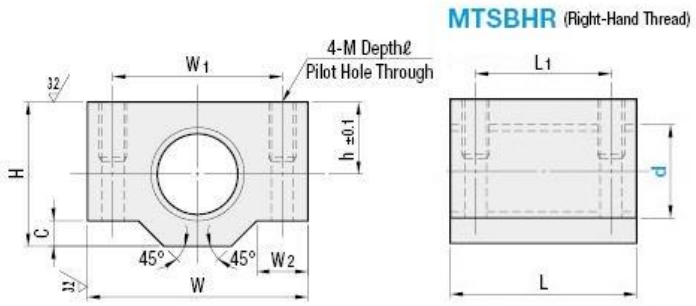
2. Vertikalno vreteno **Tr 12x2**, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 20 (MTSRK12-249-F8-R7-T34-Q9-S15-E8).




| | | | |
|---|---|---|---|
| Axis shape | One End Stepped, One End Double Stepped Type | Type | Lead Screw Shafts |
| Screw Turn Direction | [Right Screw] Right-hand Thread | Material | EN 1.1191 Equiv. |
| Surface Treatment | Not Provided | Thread Nominal D(φ) | 12 |
| Pitch(mm) | 2 | Shaft Overall Length L(mm) | 249 |
| Type of axis | Rolled | E(mm) | 8 |
| F(mm) | 8 | Q(mm) | 9 |
| R(mm) | 7 | S(mm) | 15 |
| T(mm) | 34 | RoHS | 10 |

*Slika 45. Vertikalno vreteno Tr 12x2*

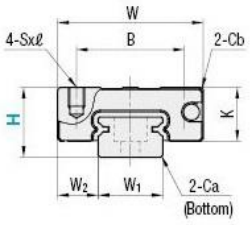
3. Matica vretena **Tr 12x2**, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 21 (MTSBHR12).



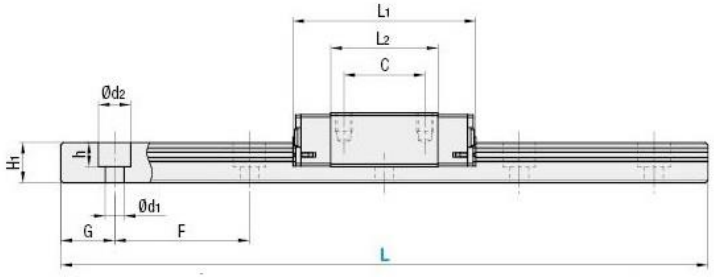

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Type** | Block Type | **Screw Turn Direction** | [Right] Right-hand Thread |
| **Thread Nominal D(φ)** | 12 | **Allowable Dynamic Thrust(N)** | 3920 |
| **Nut Shape** | Block Type | **Material** | [Brass] EN CC766S Equiv. |
| **Mounting Method** | Tapped Hole | **Nut Length L1 (or L)(mm)** | 30 |
| **Nut Width W(mm)** | 38 | **Number of Mounting Holes** | 4 |

*Slika 46. Matica Tr 12x2*

4. Vertikalni klizač, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 16 (SE2BLZ10G-200).

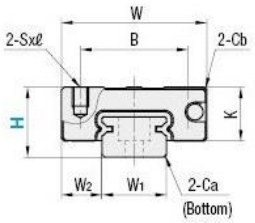



| | | | |
|---|---|---|---|
| **Package products / single item** | Set | **Block Shape** | [Short] Short Block |
| **Rail Type** | Standard Rail | **Rail Width W1(mm)** | 9 |
| **Assembly Height H(mm)** | 10 | **The number of blocks** | 2 |
| **Material** | Carbon steel | **Rail Length L(mm)** | 200 |
| **Preload** | [Clearance] Interchangeable, Slight Clearance | **Accuracy Standards** | Standard Grade |
| **Nominal Model Number** | 9 | **The layout of balls** | Miniature Type |
| **Retainer** | Not Provided | **Lubrication Type** | - |

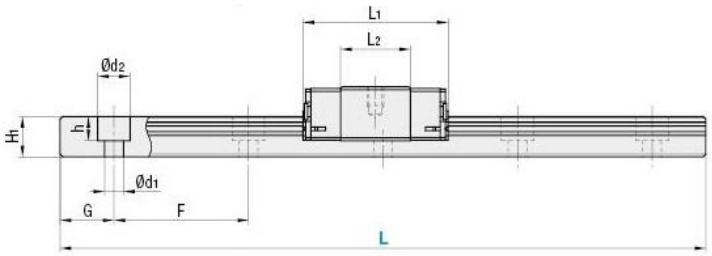



*Slika 47. Vertikalni klizač*

5. Horizontalni klizač, crtež broj ZR-LP-2019-012, pozicija 5 (SE2BSLZ10G-200).

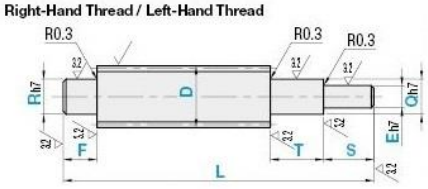



| | | | |
|---|---|---|---|
| Package products / single item | Set | Block Shape | [Standard] Standard Block |
| Rail Type | Standard Rail | Rail Width W1(mm) | 9 |
| Assembly Height H(mm) | 10 | The number of blocks | 2 |
| Material | Carbon steel | Rail Length L(mm) | 200 |
| Preload | [Clearance] Interchangeable, Slight Clearance | Accuracy Standards | Standard Grade |
| Nominal Model Number | 9 | The layout of balls | Miniature Type |
| Retainer | Not Provided | Lubrication Type | - |




*Slika 48. Horizontalni klizač*

6. Horizontalno vreteno **Tr 12x2**, crtež broj ZR-LP-2019-012, pozicija 11 (MTSRK12-F7-R9-T7-Q9-S37-E8).




| | | | |
|---|---|---|---|
| Axis shape | One End Stepped, One End Double Stepped Type | Type | Lead Screw Shafts |
| Screw Turn Direction | [Right Screw] Right-hand Thread | Material | EN 1.1191 Equiv. |
| Surface Treatment | Not Provided | Thread Nominal D(φ) | 12 |
| Pitch(mm) | 2 | Shaft Overall Length L(mm) | 253 |
| Type of axis | Rolled | E(mm) | 8 |
| F(mm) | 7 | Q(mm) | 9 |
| R(mm) | 9 | S(mm) | 37 |
| T(mm) | 7 | RoHS | 10 |

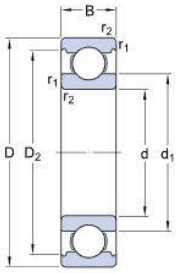
*Slika 49. Horizontalno vreteno Tr 12x2*

## 6.2. Proizvođači dijelova SKF i ELESA GANTER

Slike 50. i 51. preuzete su sa [20]. Za svaki dio navedena je njegova pozicija na odgovarajućem crtežu, a u zagradama je navedena oznaka dijela također prema [20].

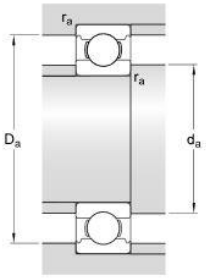
1. Ležaj 619/9, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 19 (619/9).

**Dimensions**




| | | | |
|---|---|---|---|
| d | | 9 | mm |
| D | | 20 | mm |
| B | | 6 | mm |
| $d_1$ | ≈ | 11.61 | mm |
| $D_2$ | ≈ | 17.44 | mm |
| $r_{1,2}$ | min. | 0.3 | mm |

**Abutment dimensions**




| | | | |
|---|---|---|---|
| $d_a$ | min. | 11 | mm |
| $D_a$ | max. | 18 | mm |
| $r_a$ | max. | 0.3 | mm |

**Calculation data**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Basic dynamic load rating | C | 2.34 | kN |
| Basic static load rating | $C_0$ | 0.98 | kN |
| Fatigue load limit | $P_u$ | 0.043 | kN |
| Reference speed | | 80000 | r/min |
| Limiting speed | | 50000 | r/min |
| Calculation factor | $k_r$ | 0.02 | |
| Calculation factor | $f_0$ | 12.3 | |

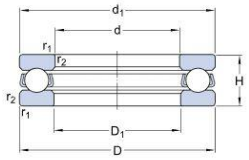
**Mass**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mass bearing | | 0.0076 | kg |

*Slika 50. Ležaj 619/9*

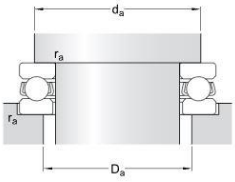
2. Aksijalni ležaj BA 7, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 22 (BA 7).

**Dimensions**




| | | | |
|---|---|---|---|
| d | | 7 | mm |
| D | | 17 | mm |
| H | | 6 | mm |
| $d_1$ | ≈ | 16.8 | mm |
| $D_1$ | ≈ | 7.2 | mm |
| $r_{1,2}$ | min. | 0.2 | mm |

**Abutment dimensions**




| | | | |
|---|---|---|---|
| $d_a$ | min. | 12.5 | mm |
| $D_a$ | max. | 11 | mm |
| $r_a$ | max. | 0.2 | mm |

**Calculation data**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Basic dynamic load rating | C | 2.51 | kN |
| Basic static load rating | $C_0$ | 2.9 | kN |
| Fatigue load limit | $P_u$ | 0.108 | kN |
| Reference speed | | 14000 | r/min |
| Limiting speed | | 19000 | r/min |
| Minimum load factor | A | 0.000044 | |

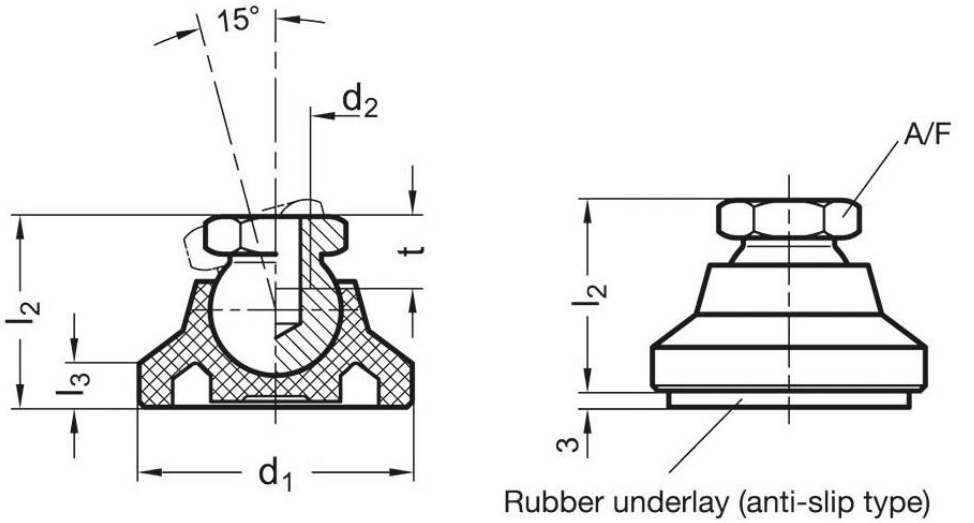
**Mass**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Mass bearing (including seat washer where applicable) | | 0.0065 | kg |

*Slika 51. Aksijalni ležaj BA 7*

Slika 52. preuzeta je sa [21]. Nakon broja pozicije, u zagradi je navedena oznaka dijela također prema [21].

1. Glava stezaljke, crtež broj ZR-LP-2019-002, pozicija 14 (GN 343.3-25-M6-G).




| | $d_1$ | $d_2$ | $l_2$ | $l_3$ | A/F | t min. | Static load in kN |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| GN 343.3-25-M6-G | 25 | M 6 | 18.5 | 4 | 12 | 9 | 5 |

*Slika 52. Glava stezaljke*

# 7. TROŠKOVNIK

U tablici 9. prikazana je procjena cijene dijelova koji se moraju izraditi. Cijene su prikazane bez PDV-a i uključuju cijenu materijala, obrade i farbanja elementa.

*Tablica 9. Troškovnik dijelova za izradu*

| **Naziv artikla** | **Tehničke specifikacije** | **Jedinica mjere** | **Količina** | **Jedinična cijena (HRK)** | **Ukupno (HRK)** |
|---|---|---|---|---|---|
| Horizontalna ploča | S235JR 200x115x5 | kom | 1 | 60.00 | 60.00 |
| Nosač dijelova za pritezanje | S235JR 20x20x420 | kom | 2 | 60.00 | 120.00 |
| Pločica za pritezanje | S235JR 150x25x5 | kom | 2 | 10.00 | 20.00 |
| Poprečna stranica 1 | S235JR 40x30x200 | kom | 1 | 95.00 | 95.00 |
| Poprečna stranica 2 | S235JR 40x20x200 | kom | 1 | 85.00 | 85.00 |
| Poprečna stranica 3 | S235JR 30x32x200 | kom | 1 | 110.00 | 110.00 |
| Poprečna stranica 4 | S235JR 30x32x200 | kom | 1 | 110.00 | 110.00 |
| Postolje motora | S235JR 490x490x20 | kom | 1 | 1650.00 | 1650.00 |
| Rebro | S235JR 60x200x5 | kom | 2 | 10.00 | 20.00 |
| Stol | S235JR 570x200x10 | kom | 1 | 360.00 | 360.00 |
| Uzdužna stranica | S235JR 30x22x200 | kom | 2 | 170.00 | 340.00 |
| Vertikalna ploča | S235JR 230x200x10 | kom | 1 | 70.00 | 70.00 |
| Vertikalna stranica | S235JR 32x30x200 | kom | 2 | 250.00 | 500.00 |
| Vodilica stezaljke | S235JR Φ20x80 | kom | 2 | 75.00 | 150.00 |
| Montaža i zavarivanje | - | sat | 8 | 75 | 600.00 |
| | | | | **UKUPNO** | 4290.00 |
| | | | | **PDV** | 1072.5 |
| | | | | **SVEUKUPNO** | 5362.50 |

U tablici 10. prikazane su cijene korištenih standardnih dijelova. Cijene su iskazane s PDV-om.

*Tablica 10. Troškovnik korištenih standardnih dijelova*

| **Naziv artikla** | **Jedinica mjere** | **Količina** | **Jedinična cijena (HRK)** | **Ukupno (HRK)** |
|---|---|---|---|---|
| Antivibracijska guma | kom | 2 | 100.00 | 200.00 |
| Glava stezaljke | kom | 2 | 35.00 | 70.00 |
| Imbus vijak M10x30 | kom | 6 | 1.30 | 7.80 |
| Imbus vijak M3x10 | kom | 16 | 0.70 | 11.20 |
| Imbus vijak M3x6 | kom | 48 | 0.70 | 33.60 |
| Imbus vijak M5x25 | kom | 4 | 0.70 | 2.80 |
| Imbus vijak M8x45 | kom | 8 | 1.20 | 9.60 |
| Klizač horizontalni | kom | 2 | 380.00 | 760.00 |
| Klizač vertikalni | kom | 2 | 380.00 | 760.00 |
| Kolo stezaljke | kom | 2 | 30.00 | 60.00 |
| Kolo vretena | kom | 2 | 140.00 | 280.00 |
| Ležaj 619/9 | kom | 3 | 50.00 | 150.00 |
| Ležaj BA 7 | kom | 1 | 150.00 | 150.00 |
| Matica M6 | kom | 12 | 2.00 | 24.00 |
| Matica vretena Tr 12x2 | kom | 2 | 300.00 | 600.00 |
| Navojna šipka M6x100 | kom | 2 | 10.00 | 20.00 |
| Navojna šipka M6x130 | kom | 2 | 12.00 | 24.00 |
| Navojna šipka M6x230 | kom | 2 | 15.00 | 20.00 |
| Podloška matice vretena | kom | 1 | 50.00 | 50.00 |
| T-matica M6 | kom | 4 | 25.00 | 100.00 |
| Trapezno vreteno Tr 12x2 | kom | 2 | 260.00 | 520.00 |
| Vijak M5x15 | kom | 4 | 1.50 | 6.00 |
| Vijak M6x15 | kom | 4 | 1.50 | 6.00 |
| Vijak M8x20 | kom | 6 | 1.50 | 9.00 |
| Zatik | kom | 2 | 1.50 | 3.00 |
| | | | **SVEUKUPNO** | 3887.00 |

Zbrajanjem troškova izrade, kupovine i montaže dijelova izračunata je konačna cijena naprave za prihvat motora koja iznosi 9249.5 HRK (hrvatskih kuna). Pretpostavit će se da će cijena izrade naprave za prihvat motora iznositi 9000-10000 HRK.

# 8. ZAKLJUČAK

U radu je analizirana konstrukcija naprave za prihvat motora za kočnicu Zöllner VA-100 AC DAM 4 RS. Analizom tržišta ručnih strojeva utvrđeno je koji su ručni strojevi najzastupljeniji na tržištu, kolike su im snage, dimenzije, masa te ostale karakteristike koje su bitne pri ispitivanju motora. Temeljem spomenute analize osmišljeno je 5 koncepata kao rješenje prihvata motora. Njihovim vrednovanjem odabran je najprikladniji koncept i s njim se krenulo u konstrukcijsku razradu. Određene preinake potrebne su i na samoj ispitnoj kočnici. Konstruirana naprava za prihvat motora omogućava prihvat motora ručnih strojeva različitih oblika i dimenzija te različitih snaga, što je i bio cilj ovog rada. Proveden je i kontrolni proračun kritičnih dijelova naprave kojim je ustanovljeno da naprava za prihvat motora zadovoljava uvjete čvrstoće i da može podnijeti opterećenja do kojih može doći tokom eksploatacije. Konačno rješenje zadovoljava svim nametnutim zahtjevima od kojih su najbitniji pozicioniranje motora te osiguranje koaksijalnosti osi vratila motora i vratila kočnice. Naposlijetku su izrađeni 3D modeli naprave te tehnička dokumentacija dijelova za izradu.

# LITERATURA

[1] Mahalec I., Lulić Z., Kozarac D.: Motori s unutarnjim izgaranjem, FSB Zagreb, 2016.

[2] Ispitivanje motora s unutarnjim izgaranjem, FSB Zagreb, 2018.

[3] Uredba (EU) 2016/1628 - http://data.europa.eu/eli/reg/2016/1628/oj, 01. rujna 2019.

[4] www.alpina-garden.com, 01. rujna 2019.

[5] www.bauhaus.hr, 01. rujna 2019.

[6] www.makitatools.com, 01. rujna 2019.

[7] www.mcculloch.com, 01. rujna 2019.

[8] www.thetoolstoreparts.com, 01. rujna 2019.

[9] www.villager.hr, 01. rujna 2019.

[10] www.tpp.hr, 01. rujna 2019.

[11] www.pevec.hr, 01. rujna 2019.

[12] www.grabcad.com/library, 10. rujna 2019.

[13] Alfirević I.: Nauka o čvrstoći II, Golden Marketing, Zagreb, 1999.

[14] https://uk.misumi-ec.com, 05. rujna 2019.

[15] Kraut B.: Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb, 1988.

[16] Kranjčević N.: Vijci i navojna vretena, FSB Zagreb, 2014.

[17] Hoić, M.: Transportni uređaji - vježbe 12, 2019.

[18] Herold Z., Žeželj D.: Vijčana preša, FSB Zagreb, 2014.

[19] Herold Z.: Stezni i zavareni spoj, FSB Zagreb

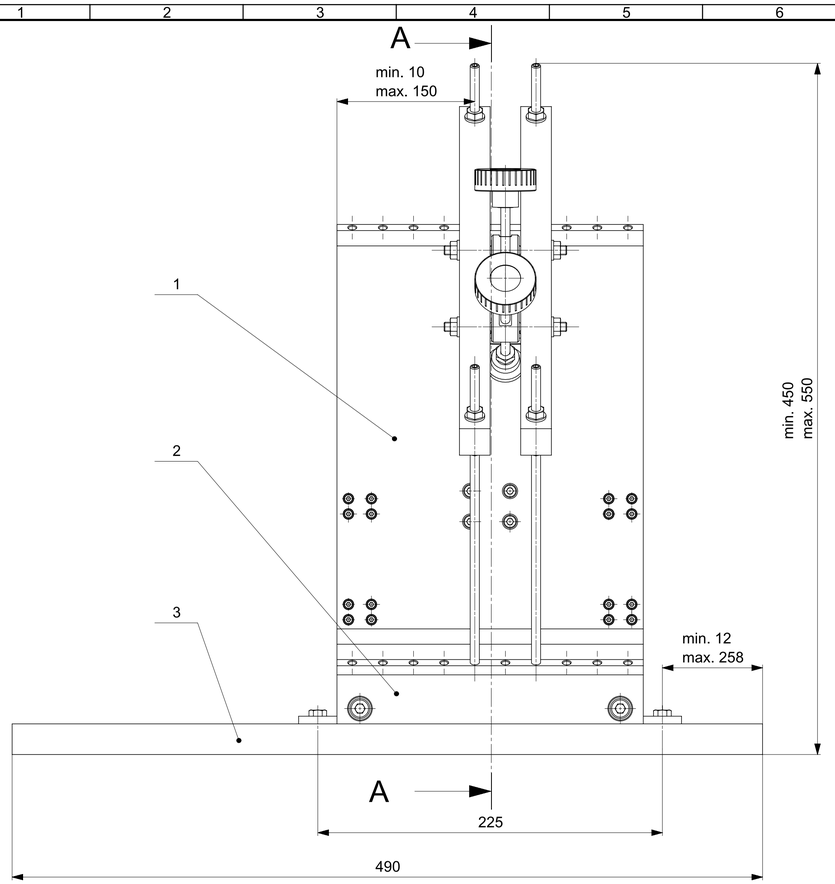
[20] https://www.skf.com/group/knowledge-centre/engineering-tools/skf-bearings-housings-units-and-seals-cad-models-general-instructions.html, 15. rujna 2019.

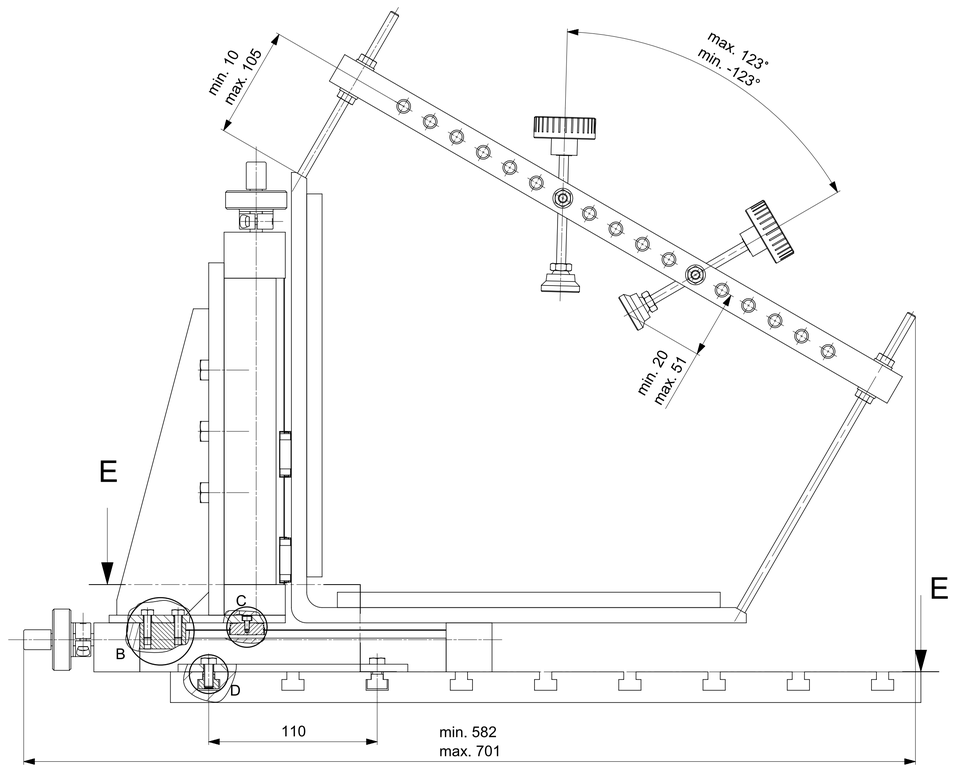
[21] https://www.elesa-ganter.com, 15. rujna 2019.

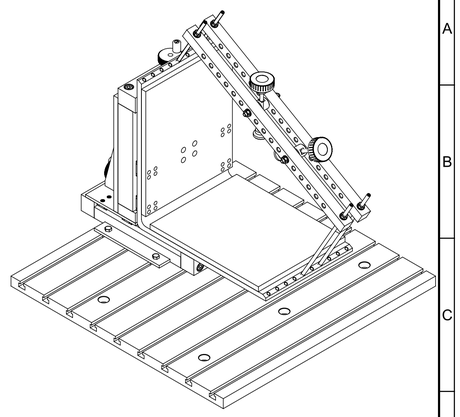
# PRILOZI

I. CD-R disc

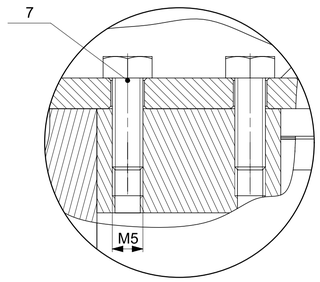
II. Tehnička dokumentacija



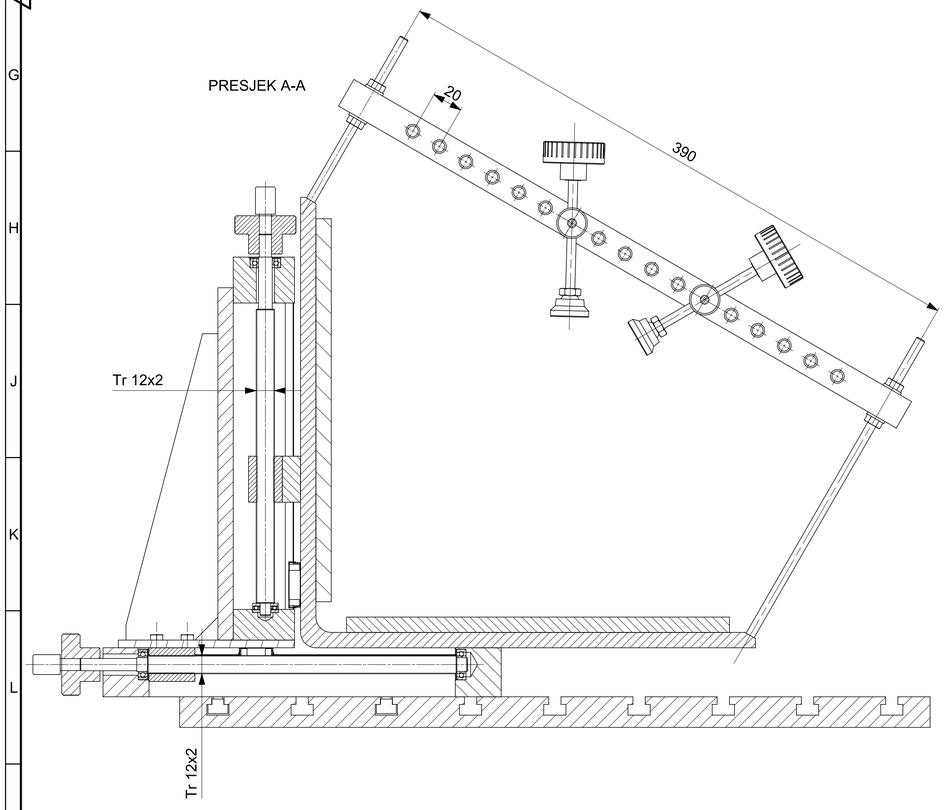



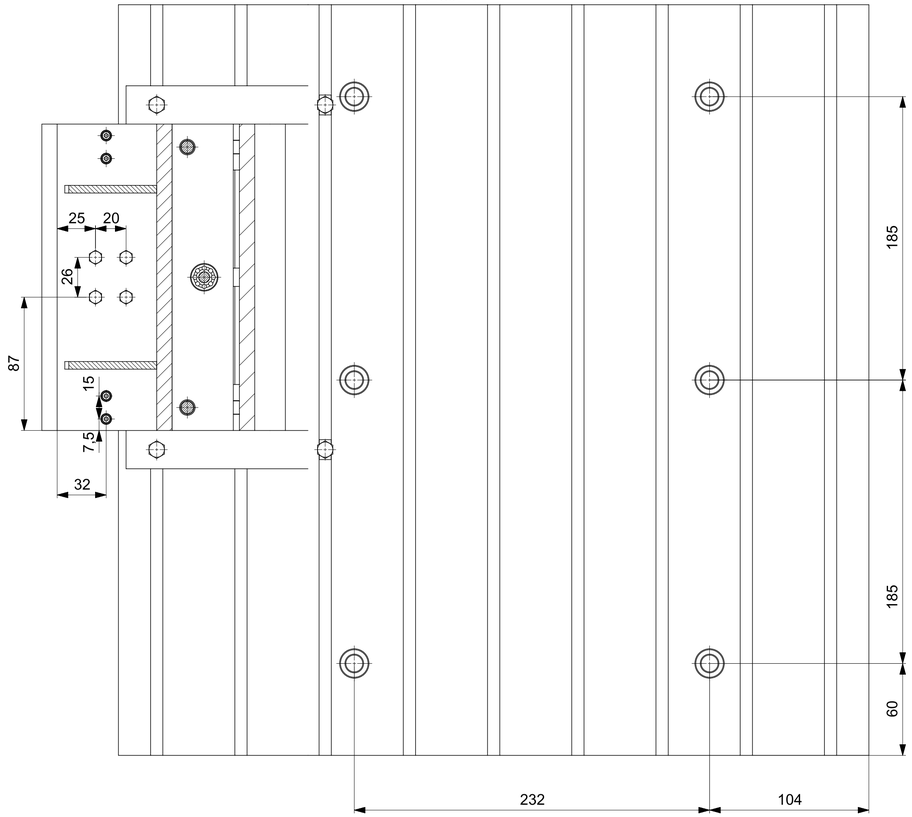
DETALJ B
MJERILO 2:1



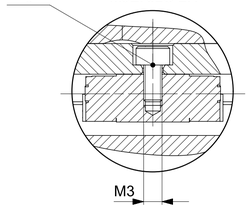

PRESJEK A-A



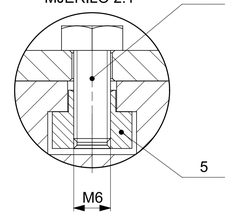

PRESJEK E-E




DETALJ C
MJERILO 2:1




DETALJ D
MJERILO 2:1



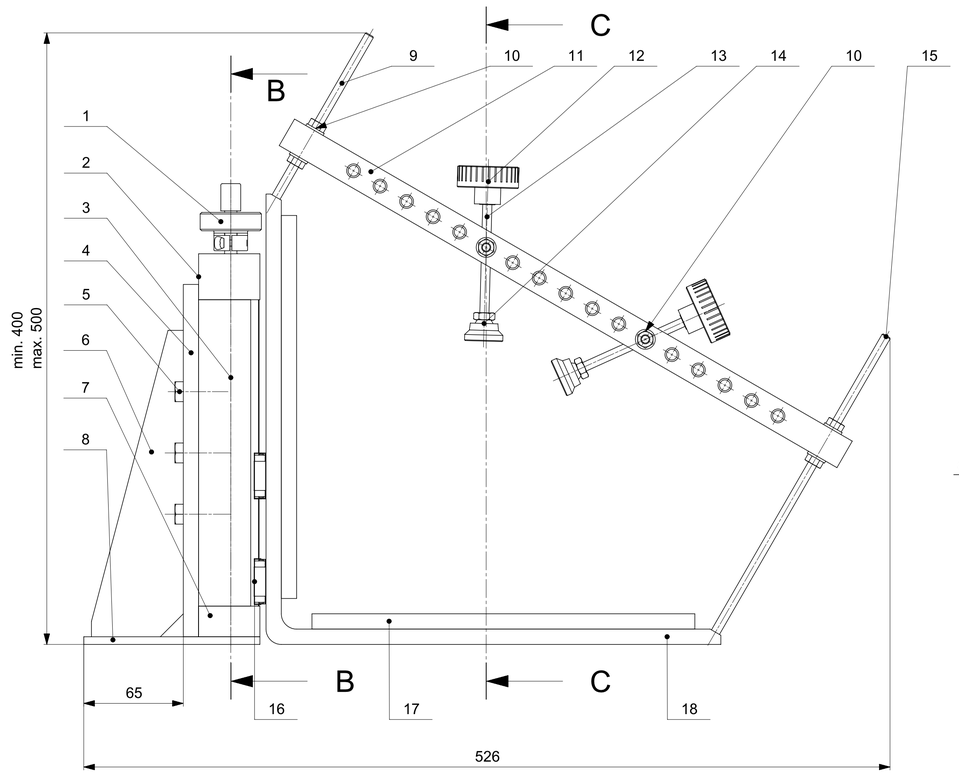

Napomena:
- naprava se na kočnicu pričvršćuje preko 6 M10x30 vijaka na postolju naprave

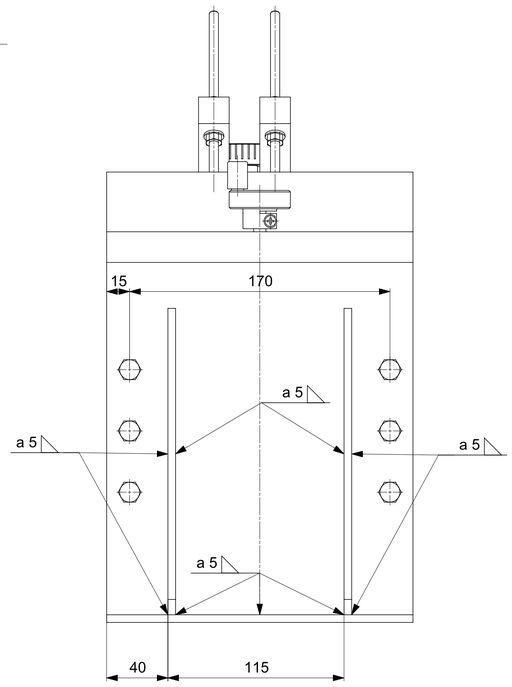
| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Dimenzije sirovca Proizvođač | Masa (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 7 | Vijak M5x15 (RCB5_15) | 4 | DIN 931 | 12.9 | MISUMI | 0,004 |
| 6 | Imbus vijak M3x6 (CB3_6) | 8 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,001 |
| 5 | T-matica M6 (NTS6) | 4 | DIN 508 | S235JR | MISUMI | 0,009 |
| 4 | Vijak M6x15 (RCB6_15) | 4 | DIN 931 | 12.9 | MISUMI | 0,006 |
| 3 | Postolje motora | 1 | ZR-LP-2019-017 | S235JR | 490x490x20 | 32,5 |
| 2 | Sklop postolja naprave | 1 | ZR-LP-2019-012 | - | - | 5,91 |
| 1 | Sklop prihvata | 1 | ZR-LP-2019-002 | - | - | 25.12 |

| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|---|---|---|---|---|
| | Projektirao | 15.09.19. | Luka Polenus | |
| | Razradio | 15.09.19. | Luka Polenus | |
| | Crtao | 15.09.19. | Luka Polenus | |
| | Pregledao | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |

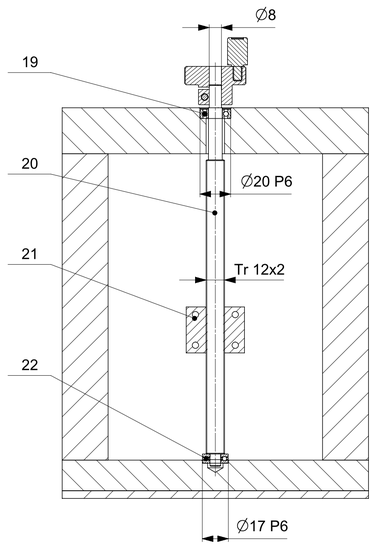
FSB Strojarstvo

| ISO - TOL | Objekt | Objekt broj |
|---|---|---|
| | | R.N. broj |
| | Napomena | Kopija |
| | Materijal | Masa 63,61 kg / ZAVRŠNI RAD |
| | Mj. originala: M1:2 | Naziv: NAPRAVA ZA PRIHVAT MOTORA; Pozicija; Format A1; Listova 1; List 1/1 |
| | | Crtež broj ZR-LP-2019-001 |

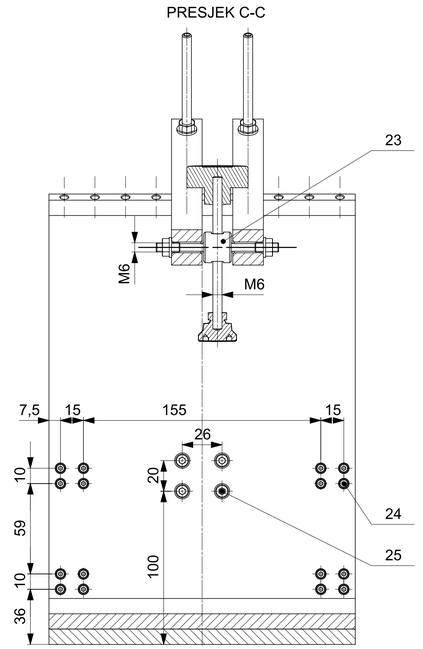


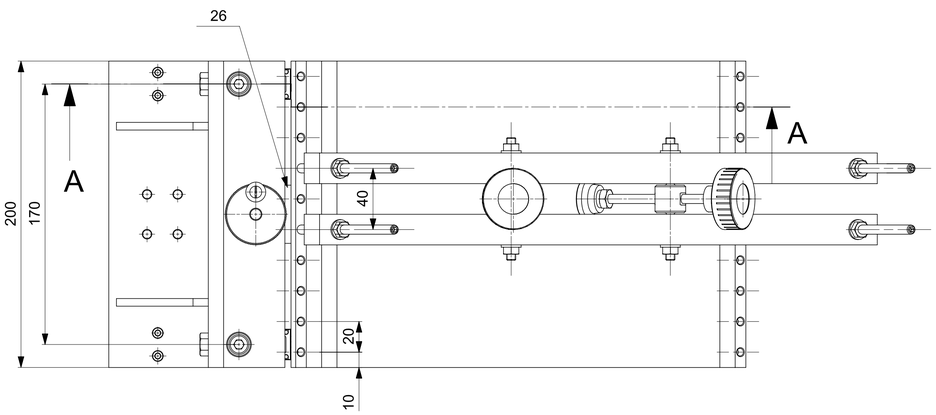




PRESJEK B-B

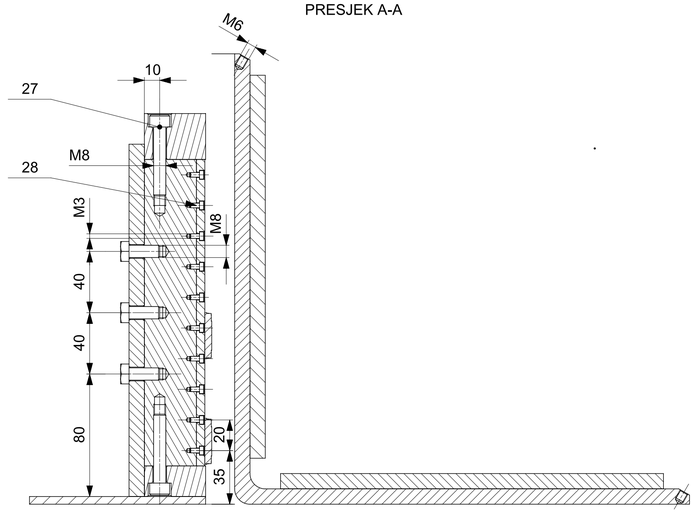



PRESJEK C-C




PRESJEK A-A



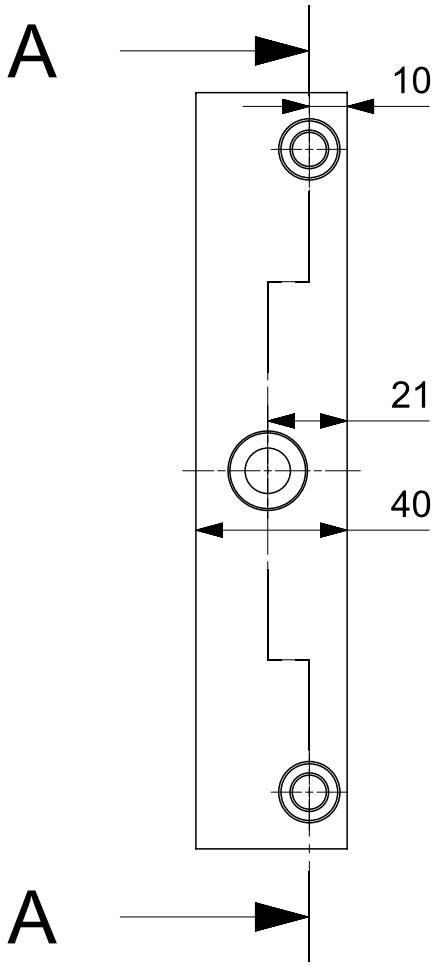

Napomena:
- prvo zavariti horizontalnu (poz. 8) i vertikalnu ploču (poz. 4), a zatim rebra (poz. 6)
- antivibracijske gume pričvršćuju se za stol ljepljenjem

| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Dimenzije sirovca Proizvođač | Masa (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 29 | | | | | | |
| 28 | Imbus vijak M3x6 (CB3_6) | 20 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,02 |
| 27 | Imbus vijak M8x45 (CB8_45) | 4 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,001 |
| 26 | Podloška matice (PABA6FMM_38_30_12) | 1 | DIN 9988 | POM | MISUMI | 0,025 |
| 25 | Imbus vijak M5x25 (CB5_25) | 4 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,008 |
| 24 | Imbus vijak M3x10 (CB3_10) | 16 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,001 |
| 23 | Vodilica stezaljke | 2 | ZR-LP-2019-011 | S235JR | ∅20x80 | 0,053 |
| 22 | Aksijalni ležaj BA 7 | 1 | DIN 711 | 100Cr6 | SKF | 0,007 |
| 21 | Matica Tr 12x2 (MTSBR12) | 1 | DIN 103-5 | Mesing | MISUMI | 0,147 |
| 20 | Trapezno vreteno Tr 12x2 | 1 | DIN 103 | C45E | MISUMI | 0,2 |
| 19 | Ležaj 619/9 | 1 | DIN 635 | 100Cr6 | SKF | 0,008 |
| 18 | Stol | 1 | ZR-LP-2019-010 | S235JR | 570x200x10 | 9 |
| 17 | Antivibracijska guma 250x200 | 2 | - | Kloropren | MISUMI | 0,48 |
| 16 | Klizač (SE2BLZ10G-200) | 2 | DIN 645 | X5CrNi18-10 | MISUMI | 0,1 |
| 15 | Navojna šipka M6x230 (FABB6-230) | 2 | DIN 975 | 12.9 | MISUMI | 0,051 |
| 14 | Glava stezaljke (GN 343.3-25-M6-G) | 2 | - | Nylon 6 | ELESA GANTER | 0,006 |
| 13 | Navojna šipka M6x100 (FAB6-100) | 2 | DIN 975 | 12.9 | MISUMI | 0,022 |
| 12 | Ručno kolo ∅40 (NKRF6) | 2 | DIN 950 | Nylon 6 | MISUMI | 0,027 |
| 11 | Nosač dijelova za pritezanje | 2 | ZR-LP-2019-009 | S235JR | 20x20x420 | 1,2 |
| 10 | Matica M6 (FRNUT6) | 12 | DIN 6927 | S235JR | MISUMI | 0,004 |
| 9 | Navojna šipka M6x130 (FABB6-130) | 2 | DIN 975 | 12.9 | MISUMI | 0,044 |
| 8 | Horizontalna ploča | 1 | ZR-LP-2019-008 | S235JR | 200x115x5 | 0,89 |
| 7 | Poprečna stranica 2 | 1 | ZR-LP-2019-007 | S235JR | 40x20x200 | 1,21 |
| 6 | Rebro | 2 | ZR-LP-2019-006 | S235JR | 60x200x5 | 0,28 |
| 5 | Vijak M8x20 (RCB8_20) | 6 | DIN 931 | 12.9 | MISUMI | 0,014 |
| 4 | Vertikalna ploča | 1 | ZR-LP-2019-005 | S235JR | 230x200x10 | 3,57 |
| 3 | Vertikalna stranica | 2 | ZR-LP-2019-004 | S235JR | 32x30x200 | 1,56 |
| 2 | Poprečna stranica 1 | 1 | ZR-LP-2019-003 | S235JR | 40x30x200 | 1,8 |
| 1 | Ručno kolo ∅40 (HOKP40-8) | 1 | DIN 950 | AlMg5 | MISUMI | 0,06 |

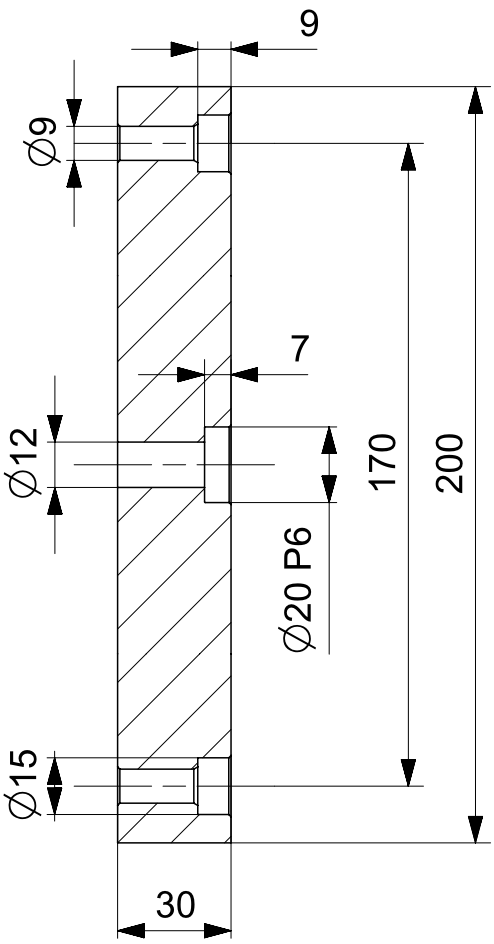
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|---|---|---|---|---|
| | Projektirao | 10.09.19. | Luka Polenus | |
| | Razradio | 10.09.19. | Luka Polenus | |
| | Crtao | 10.09.19. | Luka Polenus | |
| | Pregledao | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |

FSB Strojarstvo

| ISO - TOL | | Objekt | NAPRAVA ZA PRIHVAT MOTORA | Objekt broj |
|---|---|---|---|---|
| ∅17 P6 | -0,015 / -0,026 | | | R.N. broj |
| ∅20 P6 | -0,018 / -0,031 | Napomena | | Kopija |
| | | Materijal | Masa 25,12 | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | M 1:2 | Naziv: SKLOP PRIHVATA; Pozicija: 1; Format A1; Listova 1; Crtež broj ZR-LP-2019-002; List 1/1 |



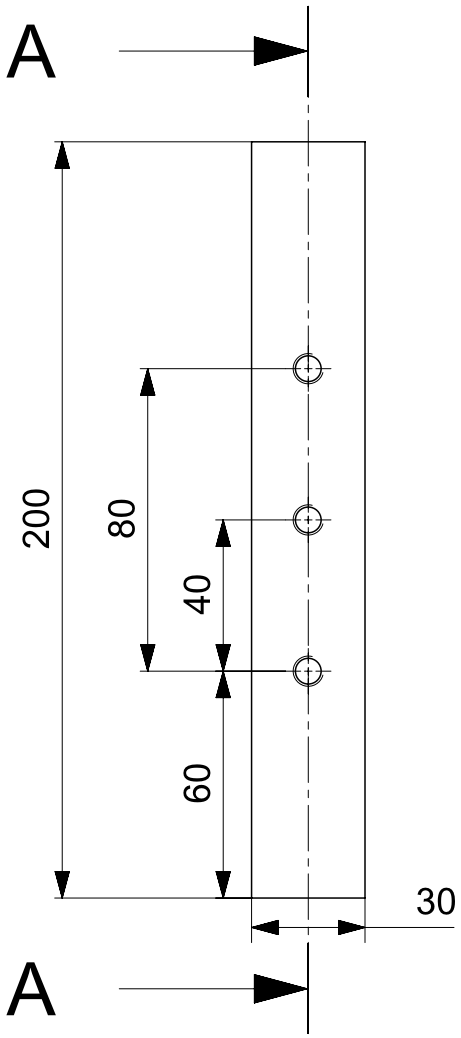

PRESJEK A-A



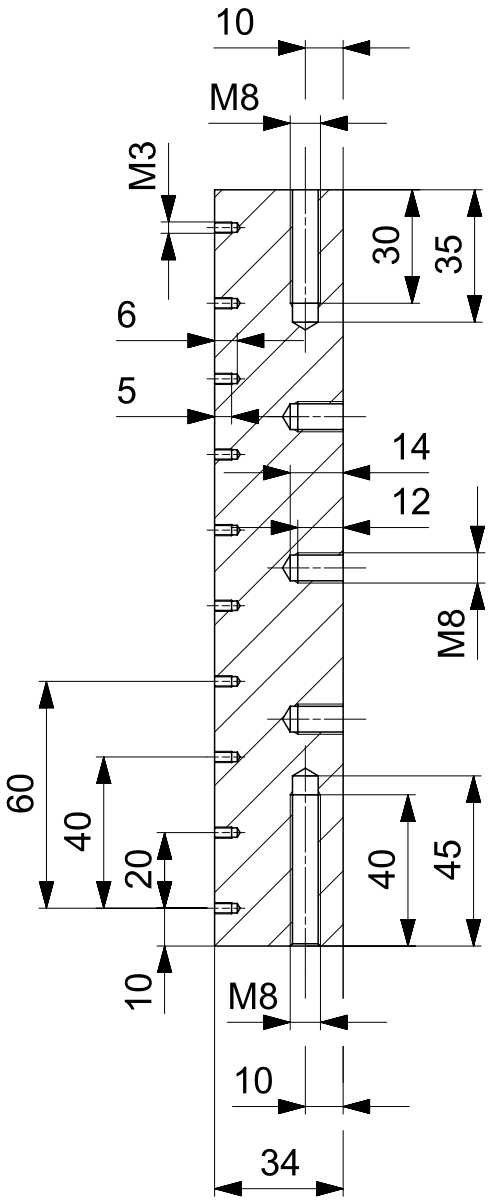

Napomena:
- na provrtima napraviti skošenja maksimalno 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
| | | Projektirao | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Razradio | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Crtao | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Pregledao | | | |
| | | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |
| ISO - TOL | | Objekt | SKLOP PRIHVATA | | Objekt broj |
| ∅20 P6 | -0,018 | | | | R.N. broj |
| | -0,031 | | | | |
| | | Napomena | | | Kopija |
| | | Materijal | S235JR | Masa 1,8 kg | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | Naziv | POPREČNA STRANICA 1 | Pozicija 2 |
| | | M1:2 | Crtež broj | ZR-LP-2019-003 | Format A4 / Listova 1 / List 1/1 |

FSB Strojarstvo



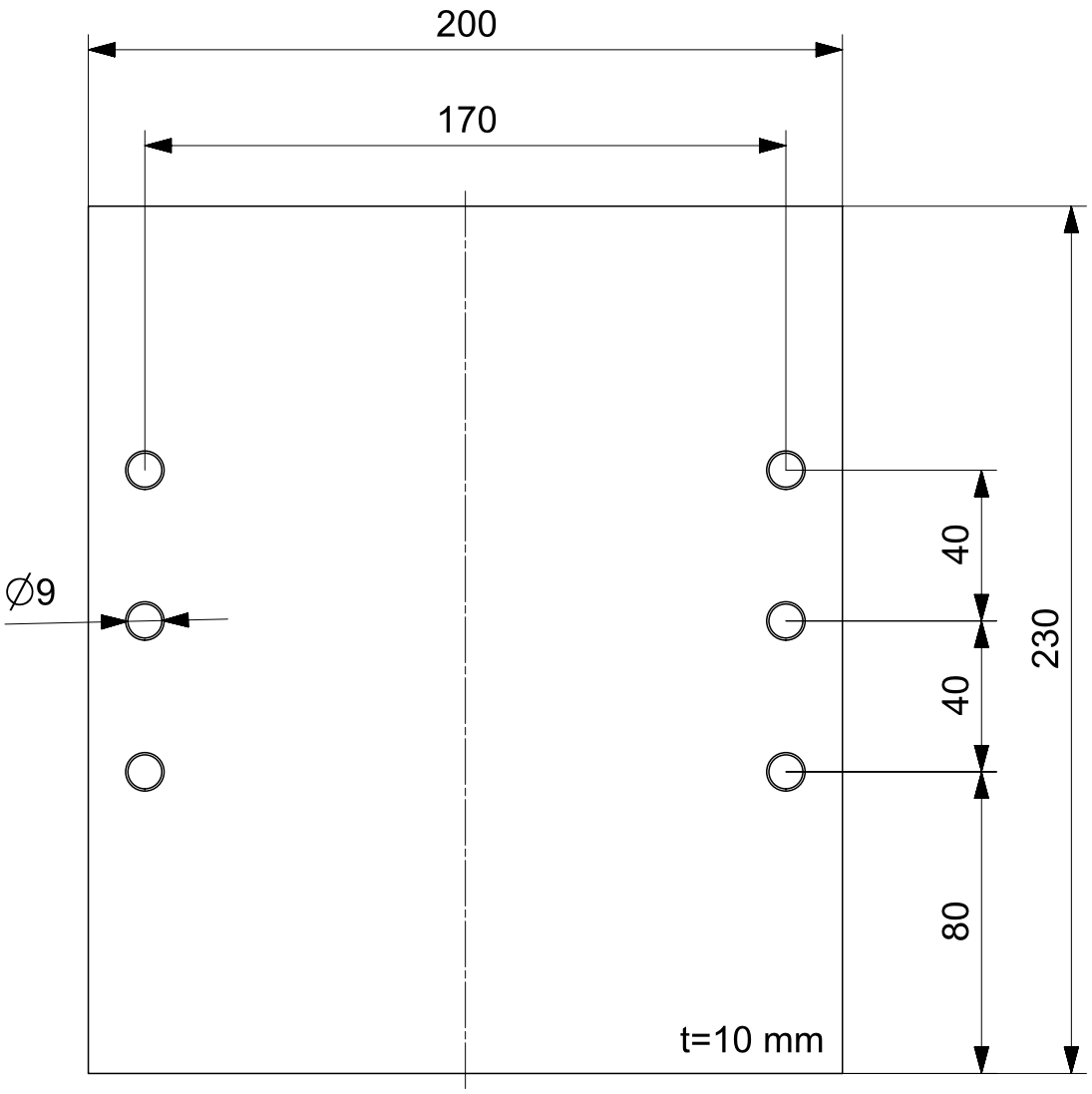

PRESJEK A-A




Napomena:

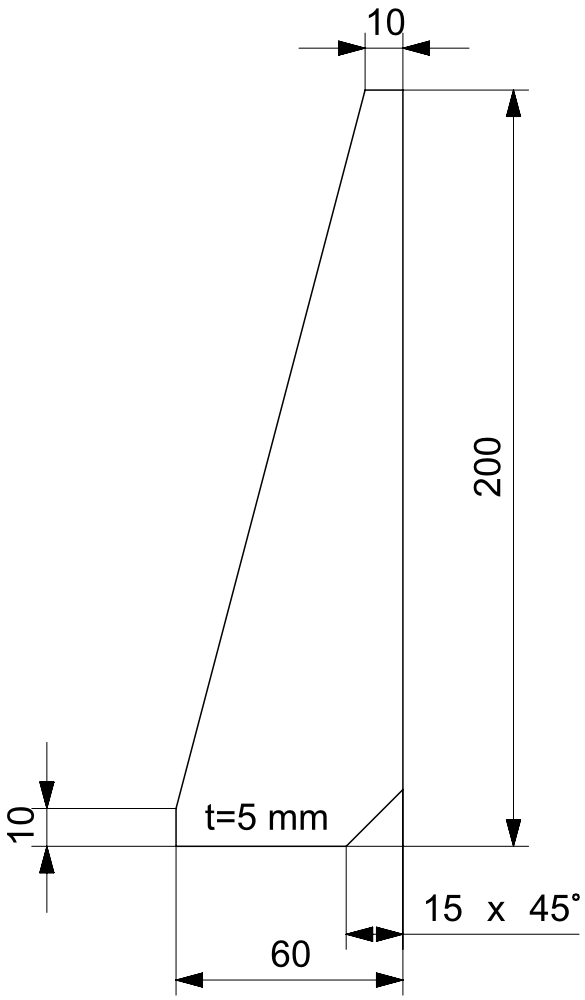
- na provrtima napraviti skošenja max. 1x45°
- svaki provrt s navojem M3 udaljen je za 20 mm od prošlog i svi su istih dimenzija

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa 1,56 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:2 | | Naziv: VERTIKALNA STRANICA | Pozicija: 3 | Format A4 |
| | | | | | Listova 1 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-2019-004 | | List 1/1 |

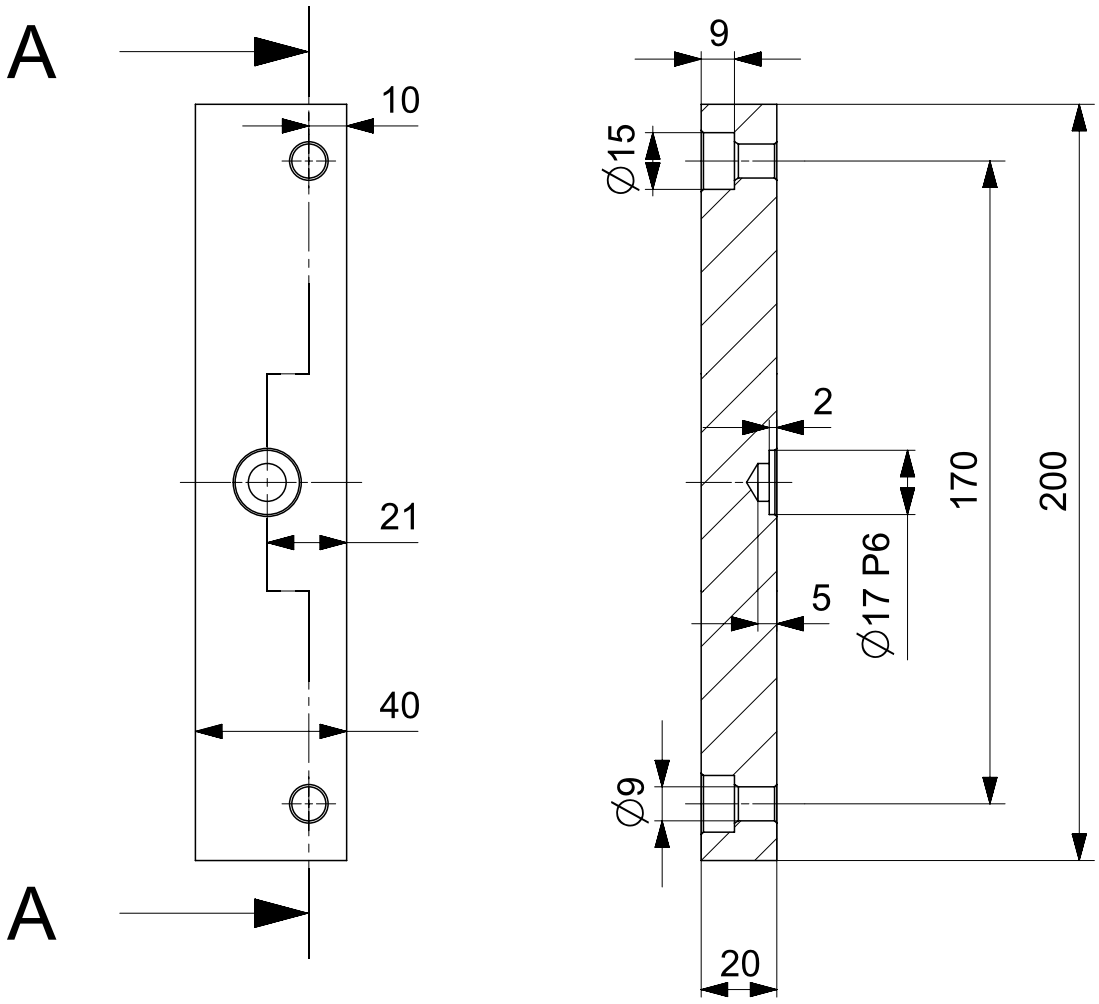



Napomena:
- na provrtima napraviti skošenja 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa 3,57 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:2 | | Naziv: VERTIKALNA PLOČA | Pozicija: 4 | Format A4 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-2019-005 | | Listova 1 |
| | | | | | List 1/1 |



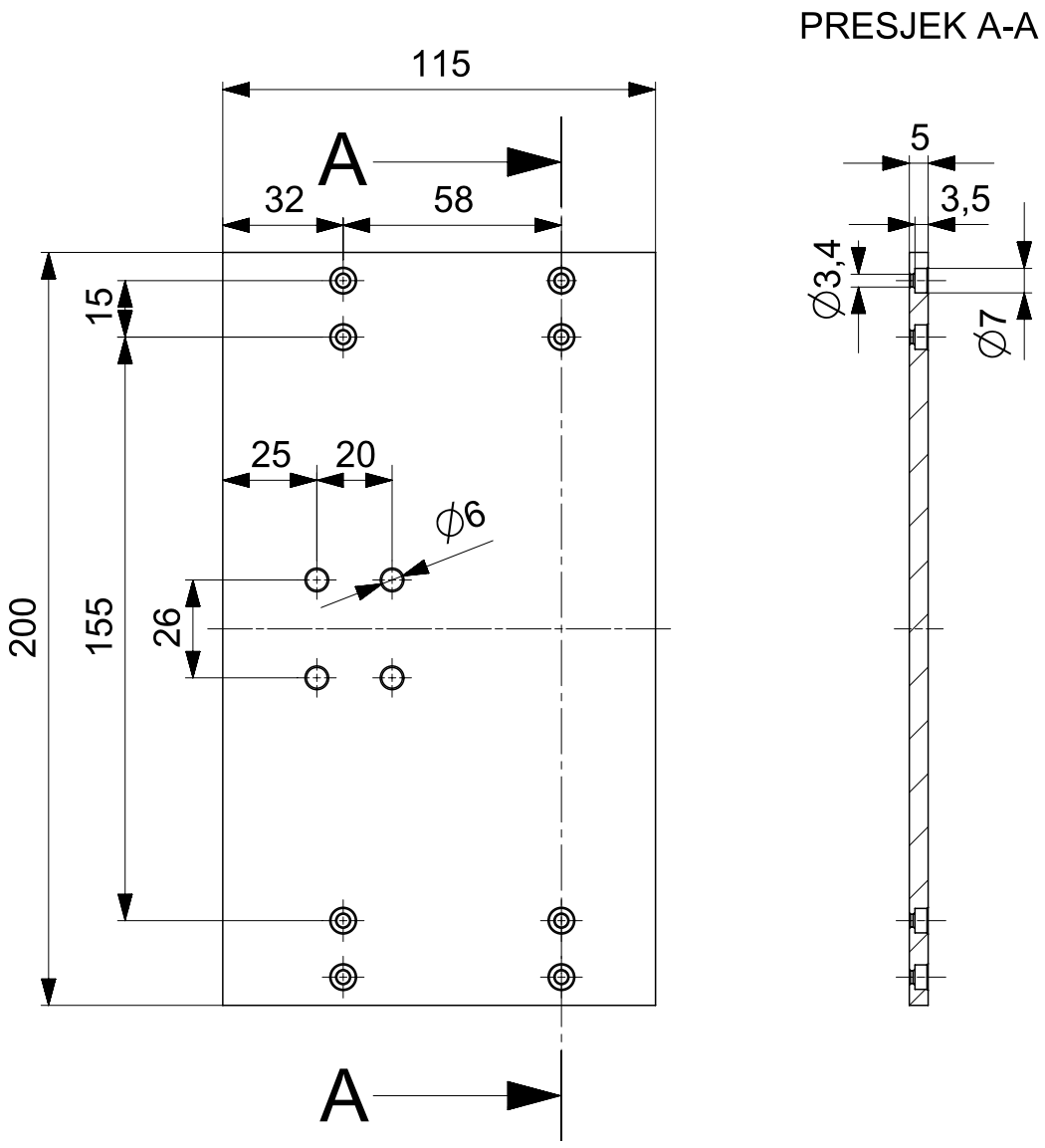

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 01.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | 0,28 kg | | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:2 | Naziv: REBRO | | Pozicija: 6 | Format A4 |
| | | Crtež broj: ZR-LP-2019-006 | | | Listova 1 |
| | | | | | List 1/1 |




Napomena:
- izraditi skošenja na provrtima maksimalno 1x45°

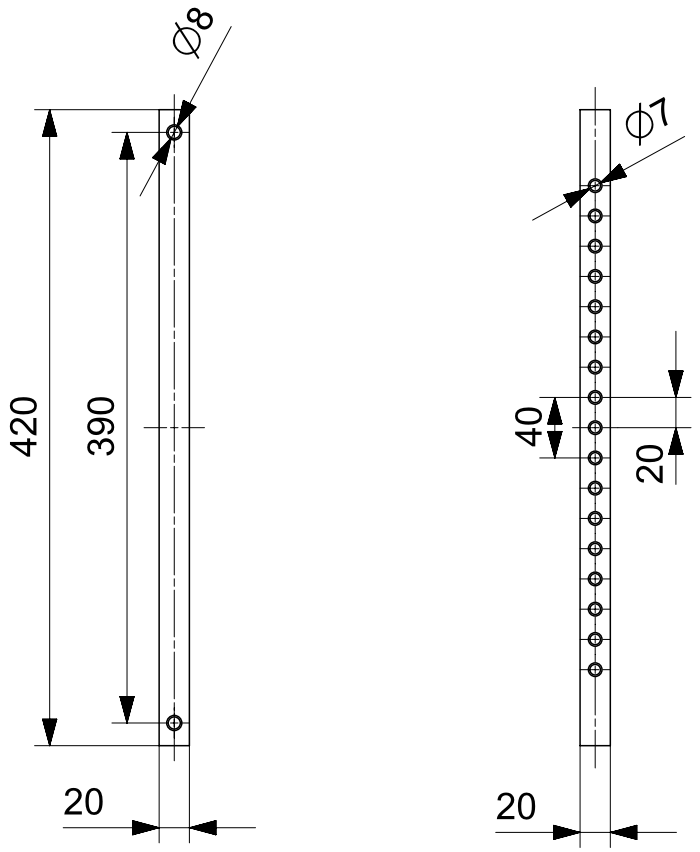
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
| | | Projektirao | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Razradio | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Crtao | 01.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Pregledao | | | |
| | | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |
| ISO - TOL | | Objekt | SKLOP PRIHVATA | | Objekt broj |
| ∅17 P6 | -0,015 / -0,026 | | | | R.N. broj |
| | | Napomena | | | Kopija |
| | | Materijal | S235JR | Masa 1,21 kg | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | Naziv | POPREČNA STRANICA 2 | Pozicija 7 |
| | | M1:2 | Crtež broj | ZR-LP-2019-007 | Format A4 / Listova 1 / List 1/1 |

FSB Strojarstvo



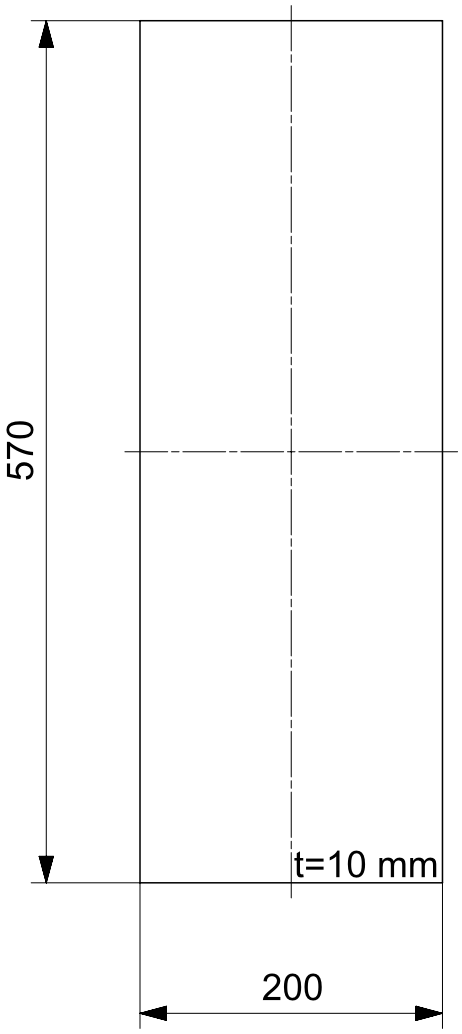

Napomena:
- izraditi skošenja na provrtima maksimalno 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 0,89 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:2 | | Naziv: HORIZONTALNA PLOČA | Pozicija: 8 | Format A4 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-2019-008 | | Listova 1 |
| | | | | | List 1/1 |



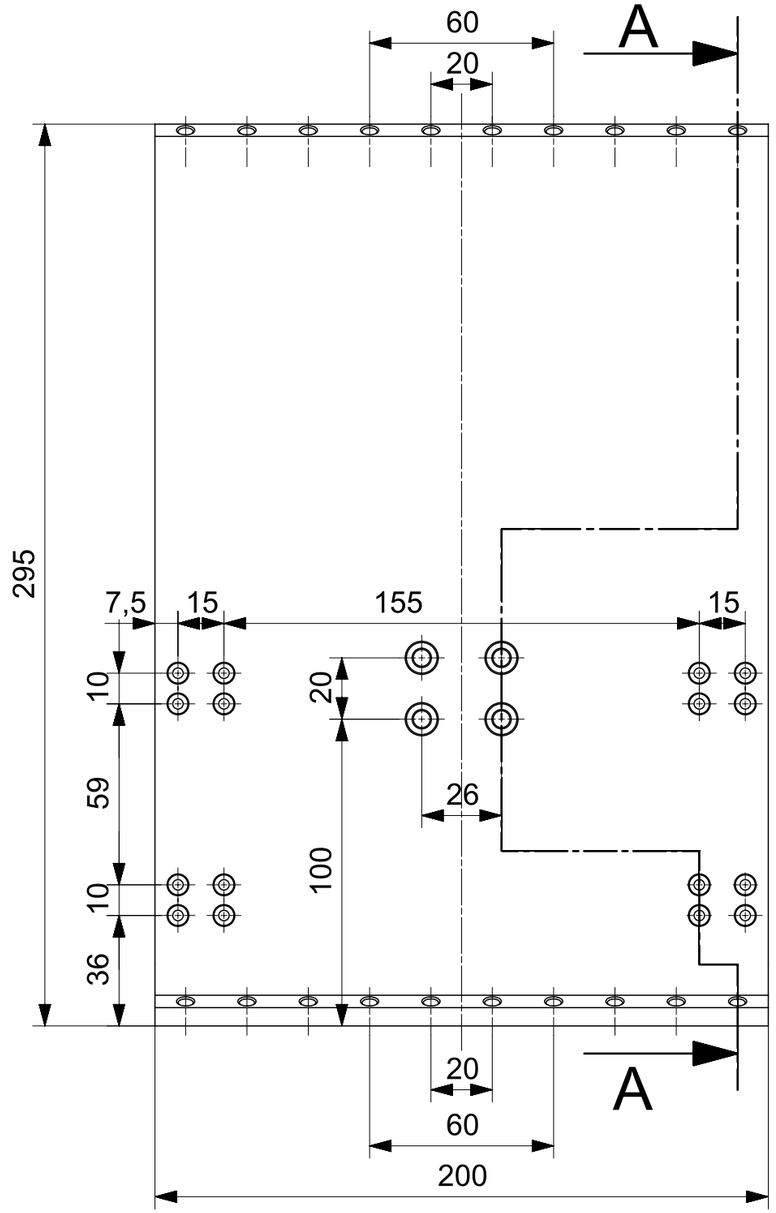

Napomena:
- svaki provt promjera ∅7 udaljen je od drugog provrta za 20 mm
- izraditi skošenja na provrtima 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 1,2 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:2 | | Naziv: NOSAČ DIJELOVA ZA PRITEZANJE | Pozicija: 11 | Format A4 |
| | | | | | Listova 1 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-219-009 | | List 1/1 |

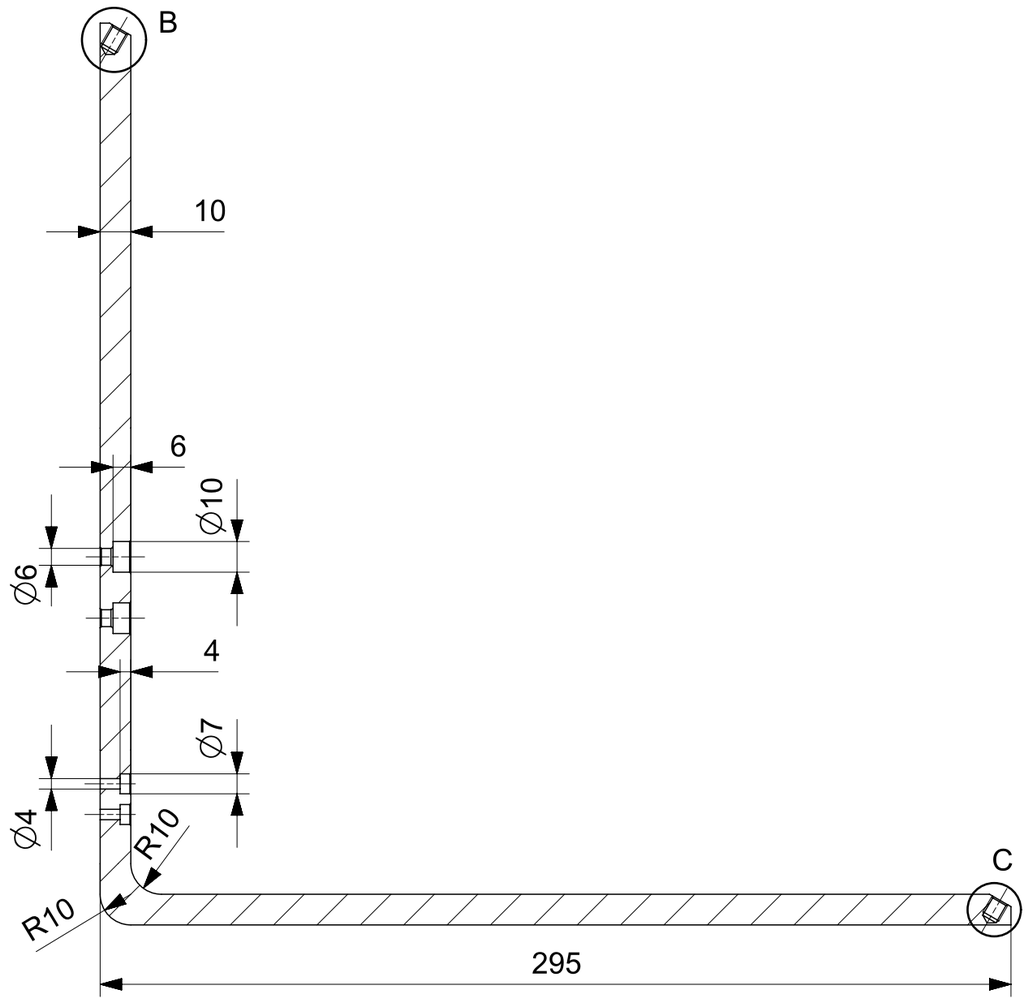



Napomena:
- saviti po horizontalnoj simetrali

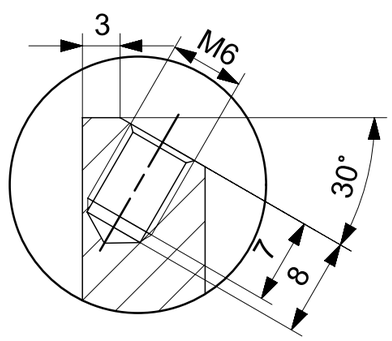
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa 9 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M1:5 | | Naziv: RAZVIJENI LIM STOLA | Pozicija: 18 | Format A4 |
| | | | | | Listova 2 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-2019-010-1 | | List 1/2 |



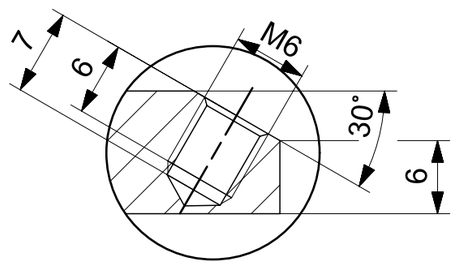

PRESJEK A-A




DETALJ B
MJERILO 2:1

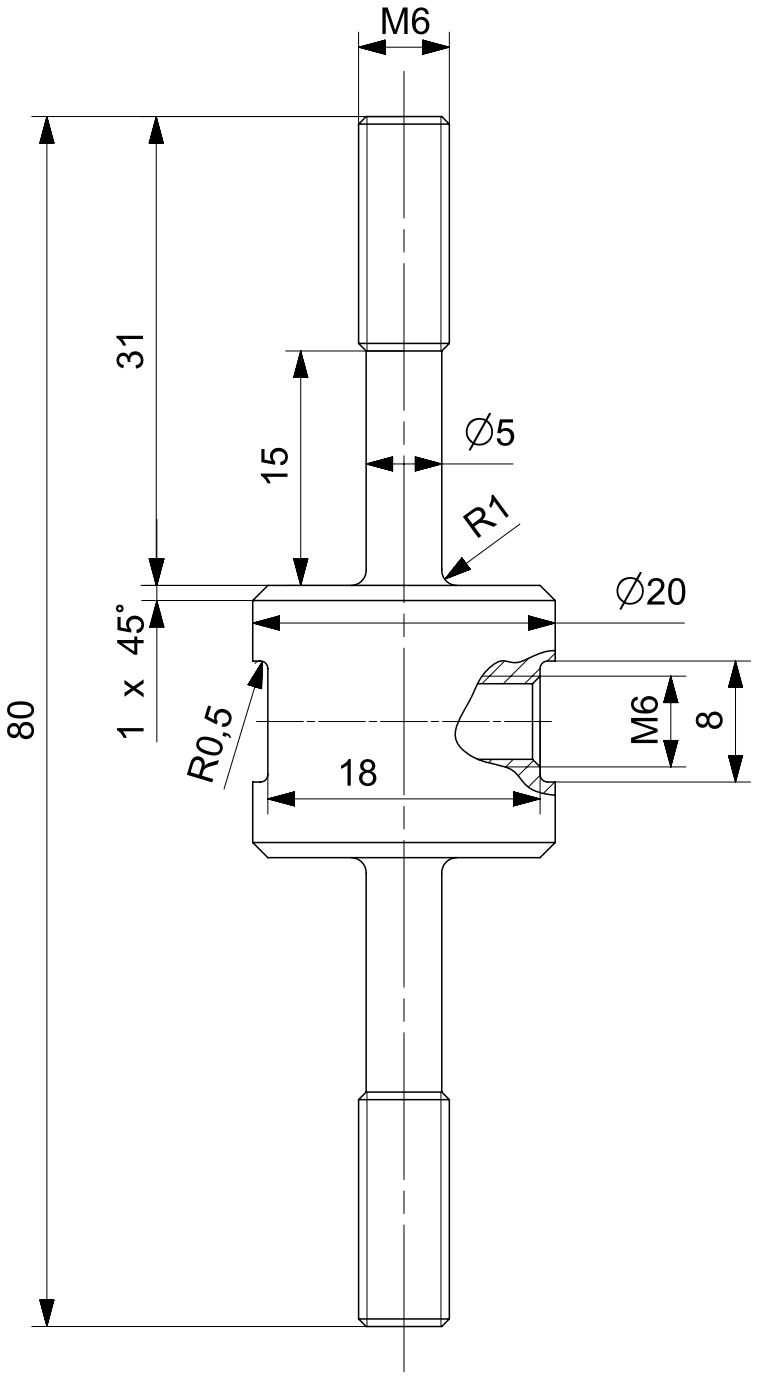



DETALJ C
MJERILO 2:1

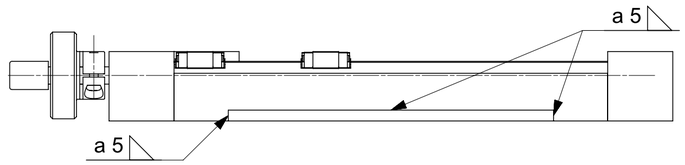


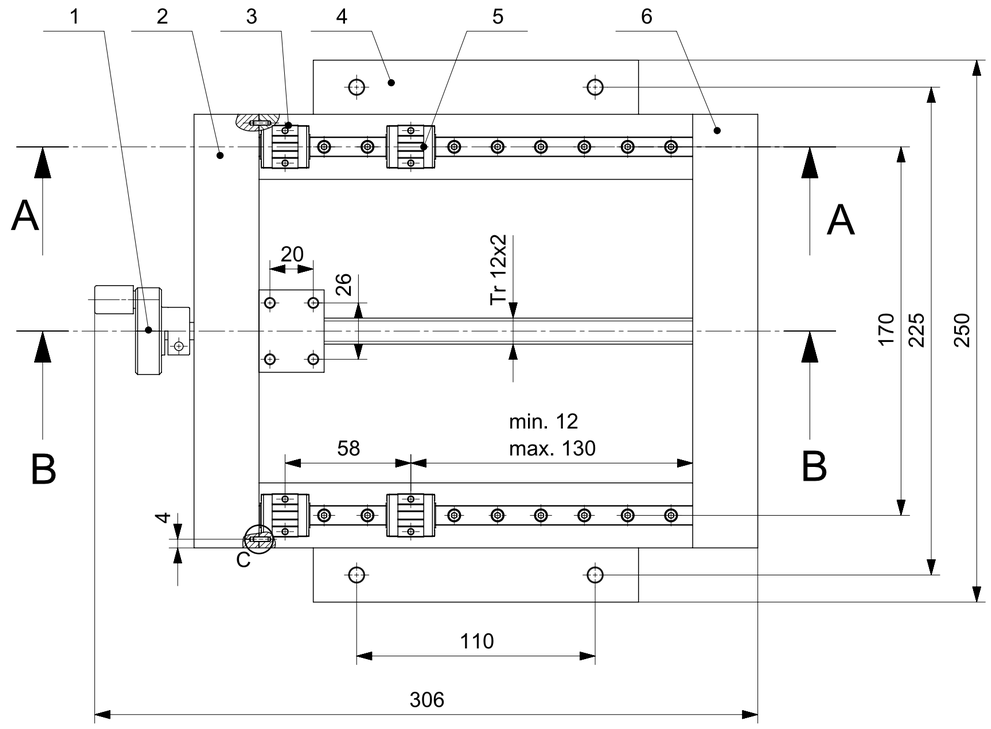

Napomena:
- provrti s navojem M6 međusobno su udaljeni po 20 mm jedan od drugog

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 02.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa 9 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala | Naziv: STOL | | Pozicija: 18 | Format A3 |
| | M1:2 | | | | Listova 2 |
| | | Crtež broj: ZR-LP-2019-010-2 | | | List 2/2 |

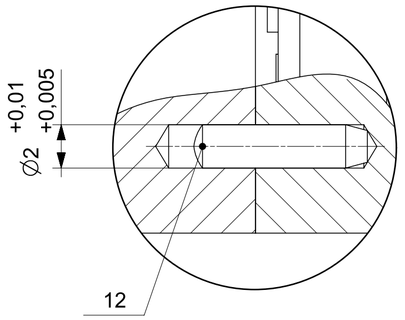



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt: SKLOP PRIHVATA | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal: S235JR | | Masa: 0,05 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala: M2:1 | | Naziv: VODILICA STEZALJKE | Pozicija: 23 | Format A4 |
| | | | | | Listova 1 |
| | | | Crtež broj: ZR-LP-2019-011 | | List 1/1 |

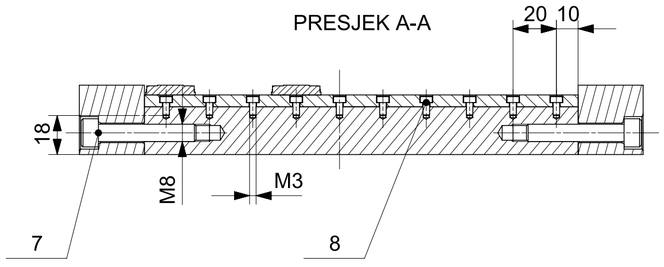


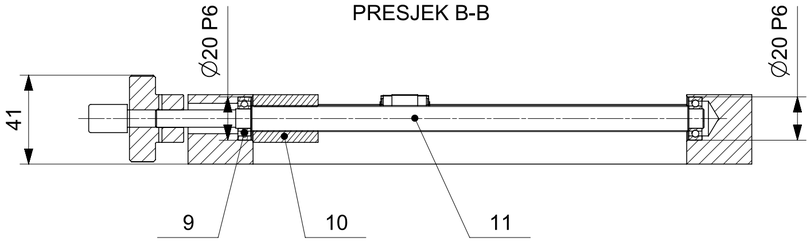

DETALJ C
MJERILO 5:1




PRESJEK A-A




PRESJEK B-B

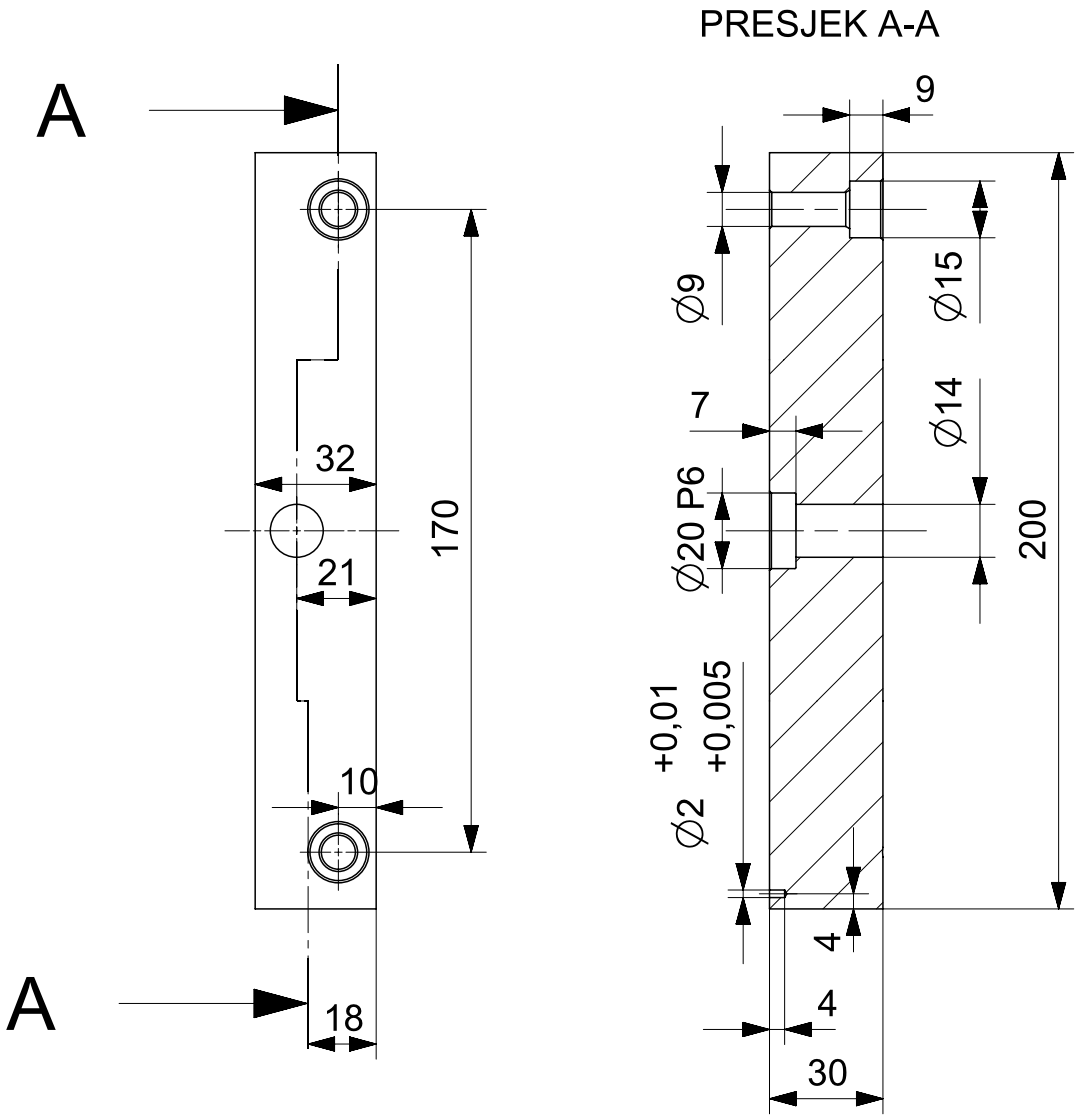



| Poz. | Naziv dijela | Kom. | Crtež broj Norma | Materijal | Dimenzije sirovca Proizvođač | Masa (kg) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12 | Zatik ∅2 (MC2-8) | 2 | DIN 6325 | 100Cr6 | MISUMI | 0,001 |
| 11 | Trapezno vreteno Tr 12x2 | 1 | DIN 103 | C45E | MISUMI | 0,2 |
| 10 | Matica Tr 12x2 (MTSBHR12) | 1 | DIN 103-5 | Mesing | MISUMI | 0,147 |
| 9 | Ležaj 619/9 | 2 | DIN 635 | 100Cr6 | SKF | 0,008 |
| 8 | Imbus vijak M3x6 (CB3_6) | 20 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,001 |
| 7 | Imbus vijak M8x45 (CB8_45) | 4 | DIN 912 | 12.9 | MISUMI | 0,025 |
| 6 | Poprečna stranica 4 | 1 | ZR-LP-2019-016 | S235JR | 30x32x200 | 1,433 |
| 5 | Klizač (SE2BSLZ10G-200) | 2 | DIN 645 | X5CrNi18-10 | MISUMI | 0,1 |
| 4 | Pločica za pritezanje | 2 | ZR-LP-2019-015 | S235JR | 150x25x5 | 0,14 |
| 3 | Uzdužna stranica | 2 | ZR-LP-2019-014 | S235JR | 30x22x200 | 1,01 |
| 2 | Poprečna stranica 3 | 1 | ZR-LP-2019-013 | S235JR | 30x32x200 | 1,41 |
| 1 | Ručno kolo ∅40 (HOKP40-8) | 1 | DIN 950 | AlMg5 | MISUMI | 0,06 |

| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
|---|---|---|---|---|
| | Projektirao | 05.09.19. | Luka Polenus | |
| | Razradio | 05.09.19. | Luka Polenus | |
| | Crtao | 05.09.19. | Luka Polenus | |
| | Pregledao | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |

FSB
Strojarstvo

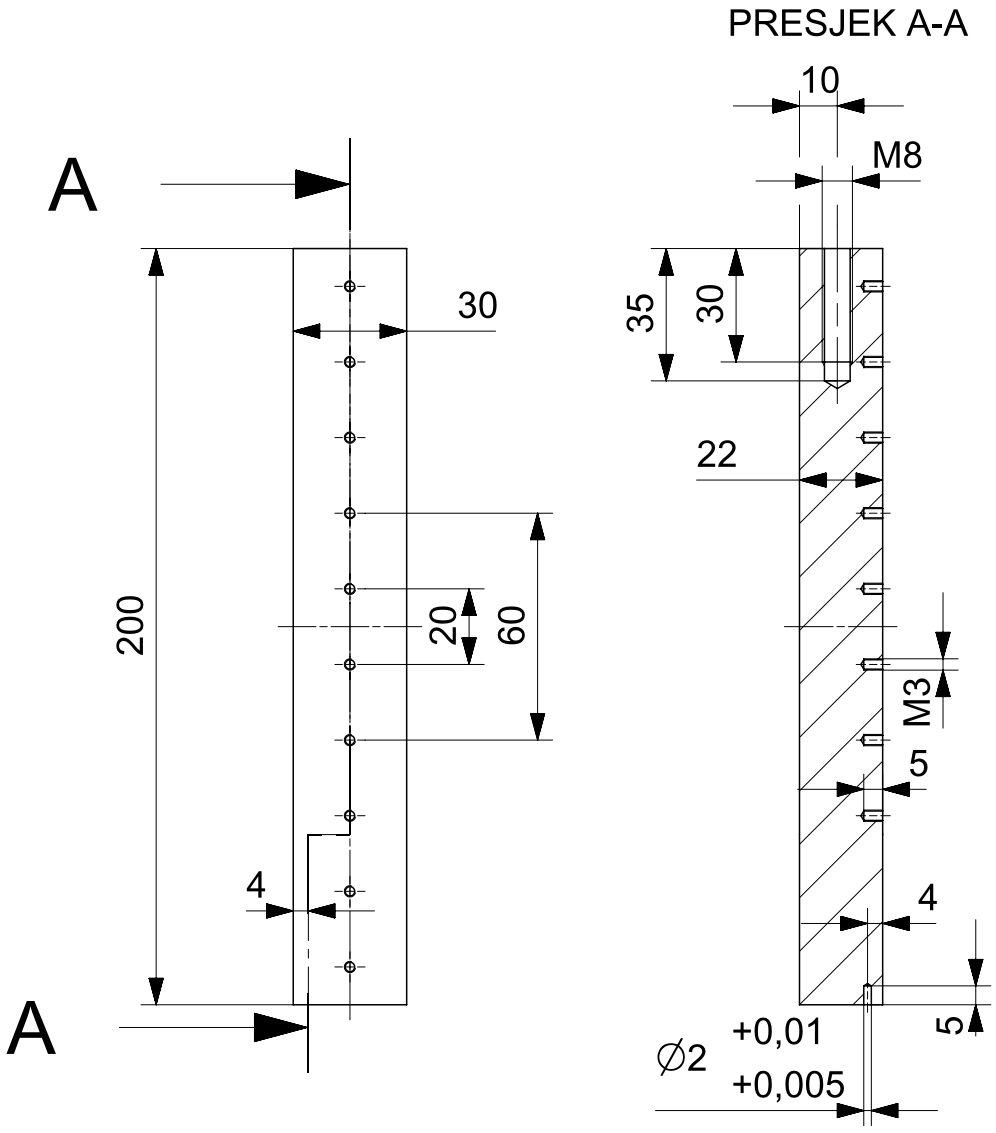
| ISO - TOL | | Objekt | NAPRAVA ZA PRIHVAT MOTORA | Objekt broj |
|---|---|---|---|---|
| ∅20 P6 | -0,018 / -0,031 | | | R.N. broj |
| | | Napomena | | Kopija |
| | | Materijal | Masa 5,91 | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | Naziv: SKLOP POSTOLJA NAPRAVE | Pozicija: 2 |
| | | M1:2 | Crtež broj ZR-LP-2019-012 | Format A2 / Listova 1 / List 1/1 |



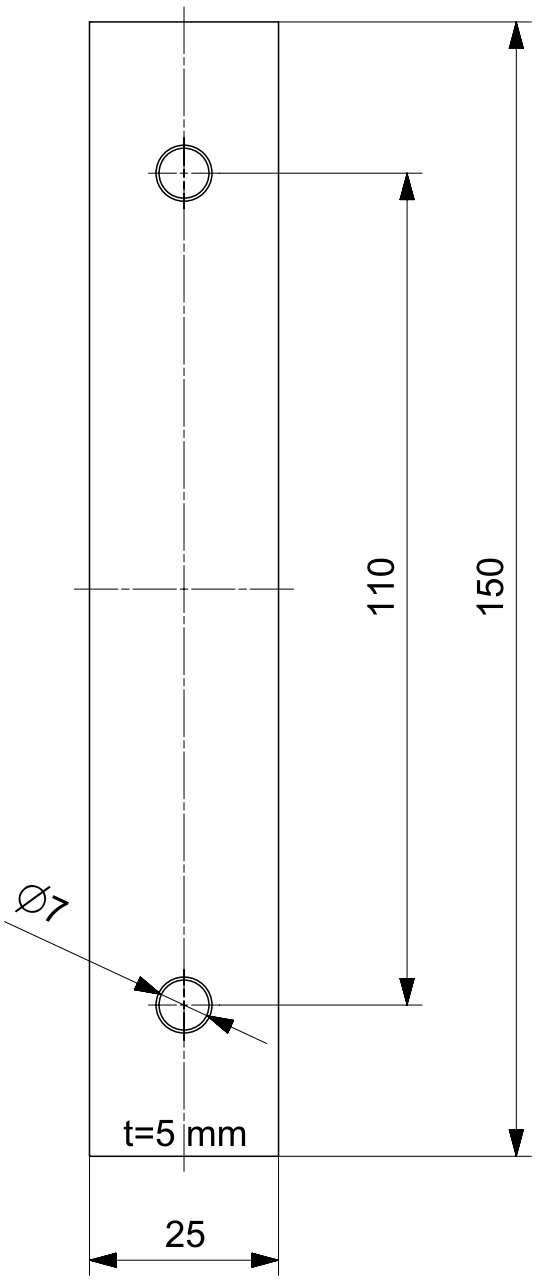

Napomena:
- na provrtima izraditi skošenja maksimalno 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
| | | Projektirao | 03.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Razradio | 03.09.19 | Luka Polenus | |
| | | Crtao | 03.09.19 | Luka Polenus | |
| | | Pregledao | | | |
| | | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |
| ISO - TOL | | Objekt | SKLOP POSTOLJA NAPRAVE | | Objekt broj |
| ∅20 P6 | -0,018 / -0,031 | | | | R.N. broj |
| | | Napomena | | | Kopija |
| | | Materijal | S235JR | Masa 1,41 kg | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | Naziv | POPREČNA STRANICA 3 | Pozicija 2 |
| | | M1:2 | Crtež broj | ZR-LP-2019-013 | Format A4 / Listova 1 / List 1/1 |

FSB Strojarstvo

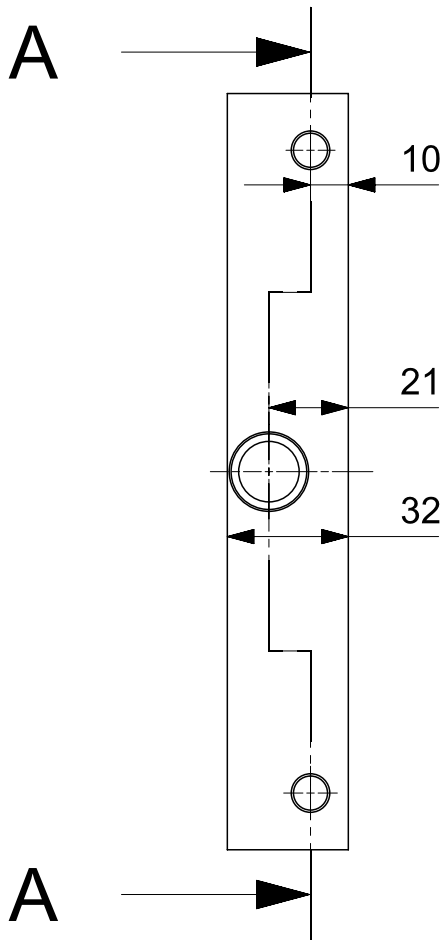



| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt | SKLOP POSTOLJA NAPRAVE | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal | S235JR | Masa 1,01 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala | Naziv | UZDUŽNA STRANICA | Pozicija 3 | Format A4 |
| | M1:2 | Crtež broj | ZR-LP-2019-014 | | Listova 1 |
| | | | | | List 1/1 |

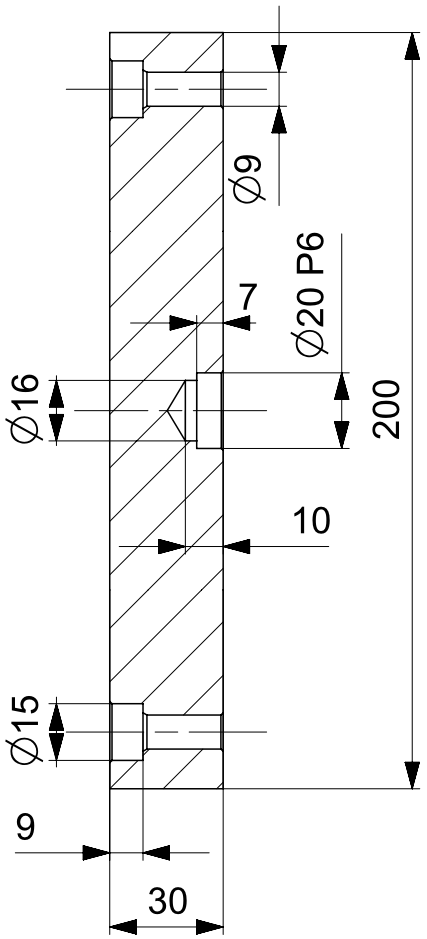



Napomena:
- skošenja na provrtima iznose 0,5x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 03.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt | SKLOP POSTOLJA NAPRAVE | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal | S235JR | Masa 0,14 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala | Naziv | PLOČICA ZA PRITEZANJE | Pozicija 4 | Format A4 |
| | M1:1 | Crtež broj | ZR-LP-2019-015 | | Listova 1 / List 1/1 |



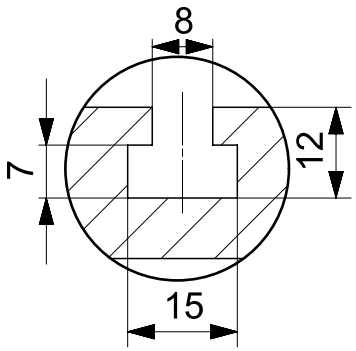

PRESJEK A-A



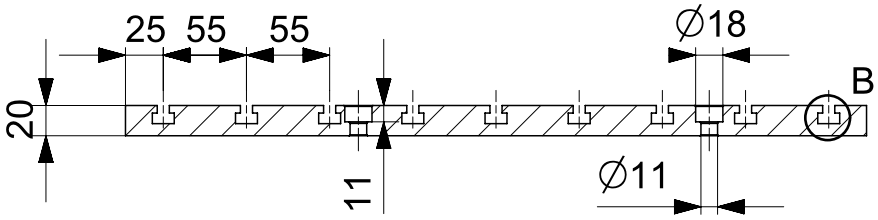

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | | Datum | Ime i prezime | Potpis |
| | | Projektirao | 03.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Razradio | 03.09.19. | Luka Polenus | |
| | | Crtao | 03.09.19 | Luka Polenus | |
| | | Pregledao | | | |
| | | Voditelj rada | | Zoran Lulić | |
| ISO - TOL | | Objekt | SKLOP POSTOLJA NAPRAVE | | Objekt broj |
| Ø20 P6 | -0,018 / -0,031 | | | | R.N. broj |
| | | Napomena | | | Kopija |
| | | Materijal | S235JR | Masa 1,43 kg | ZAVRŠNI RAD |
| | | Mj. originala | Naziv: POPREČNA STRANICA 4 | | Pozicija: 6 |
| | | M1:2 | Crtež broj: ZR-LP-2019-016 | | Format A4 / Listova 1 / List 1/1 |

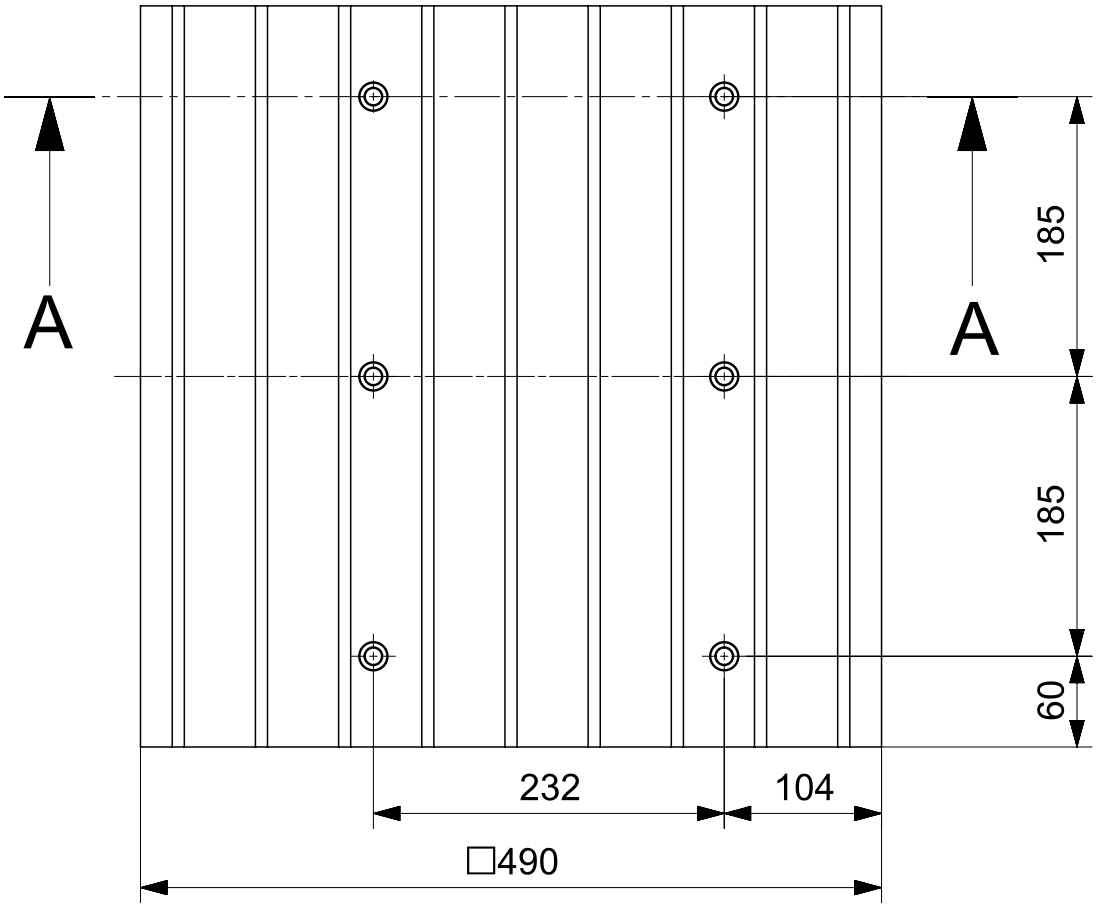
FSB Strojarstvo

DETALJ B
MJERILO 1:1



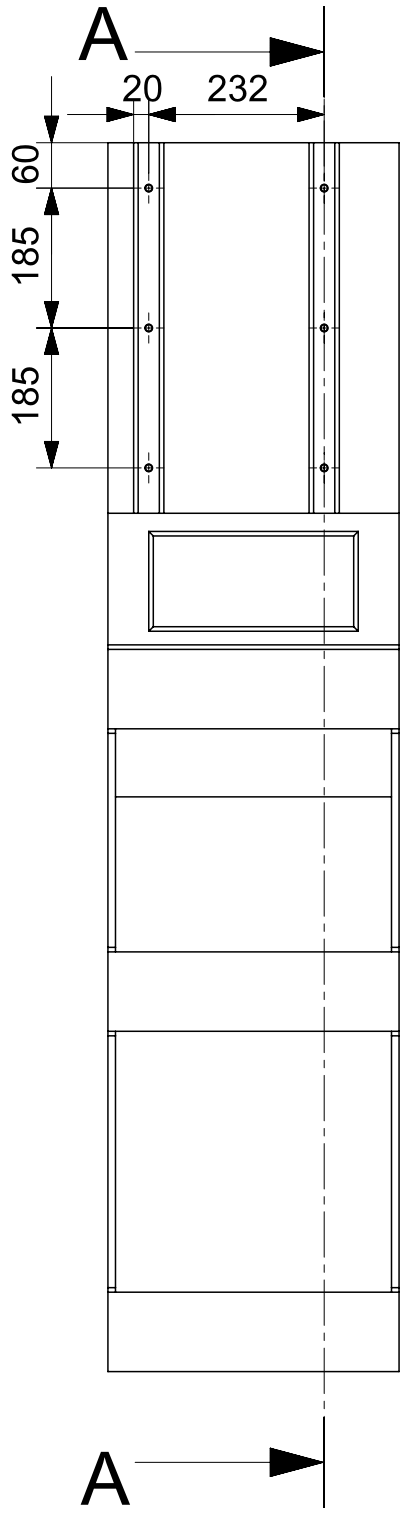

PRESJEK A-A

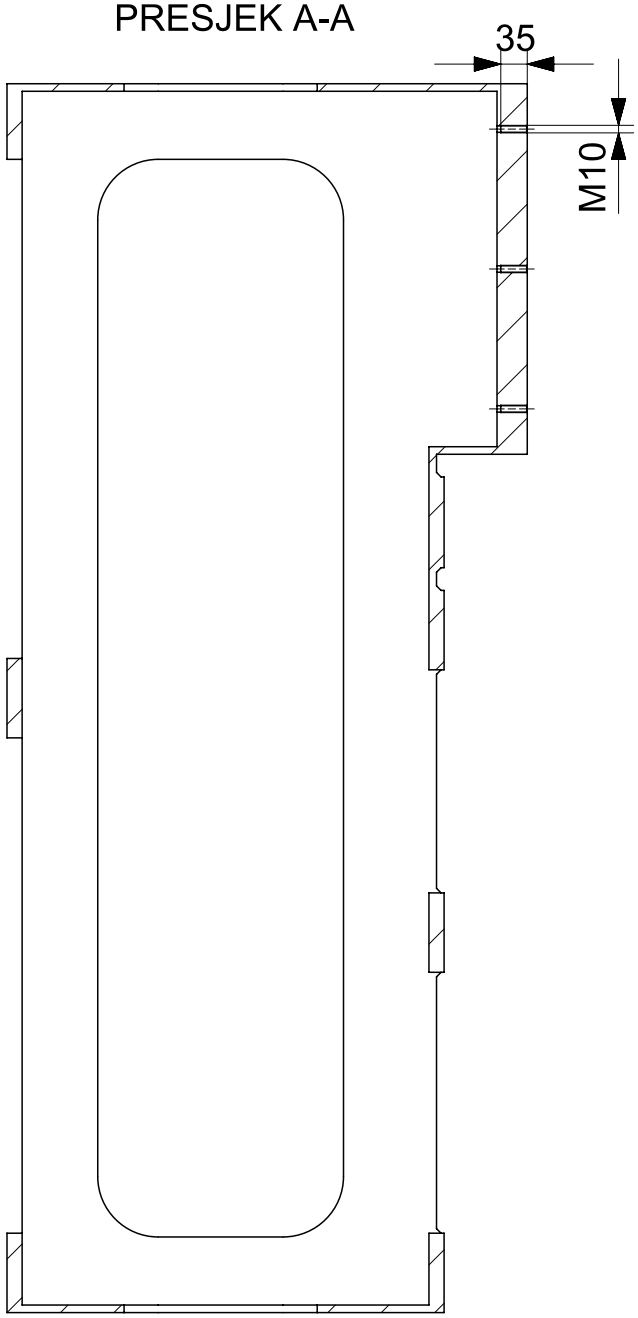



Napomena:
- na provrtima za vijke napraviti skošenja 1x45°
- svaki utor za T-maticu udaljen je od prethodnog za 55 mm

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt | NAPRAVA ZA PRIHVAT MOTORA | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal S235JR | | Masa 32,5 kg | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala | Naziv | POSTOLJE MOTORA | Pozicija 3 | Format A4 |
| | M1:5 | Crtež broj ZR-LP-2019-017 | | | Listova 1 |
| | | | | | List 1/1 |




Napomena:
- na provrtima napraviti skošenja 1x45°

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Broj naziva - code | | Datum | Ime i prezime | Potpis | FSB Strojarstvo |
| | Projektirao | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Razradio | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Crtao | 04.09.19. | Luka Polenus | | |
| | Pregledao | | | | |
| | Voditelj rada | | Zoran Lulić | | |
| ISO - TOL | Objekt | | | Objekt broj | |
| | | | | R.N. broj | |
| | Napomena | | | | Kopija |
| | Materijal | | Masa | ZAVRŠNI RAD | |
| | Mj. originala | Naziv | PREINAKE NA POSTOLJU KOČNICE | Pozicija | Format A4 |
| | M1:10 | Crtež broj | ZR-LP-2019-018 | | Listova 1 / List 1/1 |