

# Rotacijska platforma

---

**Trupković, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:612599>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-14**

*Repository / Repozitorij:*

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# **DIPLOMSKI RAD**

**Marko Trupković**

Zagreb, 2018.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

# DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac, dipl. ing.

Student:

Marko Trupković

Zagreb, 2018.

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

Zahvaljujem se mentoru, izv. prof. dr. sc. Milanu Kostelcu na pomoći pri odabiru teme diplomskog rada, te na svim komentarima, uputama i savjetima koji su bili od velike pomoći prilikom izrade ovog rada.

Također, zahvaljujem se svojim roditeljima, Jeleni i Željku, bratu Nikoli, te obitelji na potpori tijekom cijelog trajanja studiranja.

Zahvalu upućujem i prijateljima i kolegama koji su dane studiranja učinili ljepšima.

*Marko Trupković*



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
**FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE**



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

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

## DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Marko Trupković** Mat. br.: 0035191369

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Rotacijska platforma**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Rotating Platform**

Opis zadatka:

Za sajamsko izlaganje poljoprivredne mehanizacije potrebno je konstruirati rotacijsku teretnu platformu.  
Zadano je:

1. Projektno opterećenje platforme: traktor mase do 12 t;
2. Brzina vrtnje:  $1 \text{ min}^{-1}$ ;
3. Visina platforme:  $\leq 1 \text{ m}$ ;
4. Masa platforme:  $\leq 1200 \text{ kg}$ ;
5. Radna površina platforme: prema tehničkim podacima proizvođača traktora;
6. Posebni zahtjevi: zbog montaže na terenu najveća masa pojedinačnog komada do 80 kg;
7. Priključno električno napajanje:  $1 \times 230 \text{ V } 50 \text{ Hz}$ .

Rad treba sadržavati:

1. Uvod s tehničkim opisom i varijantama izvedbi rotacijskih platformi;
2. Proračun s potrebnim proračunskim i konstrukcijskim skicama i izvorom podataka za:
  - nosivu konstrukciju platforme;
  - proračun elemenata pogonskog mehanizma vrtnje;
3. Dati procjenu rizika pri radu s rotacijskom platformom;
4. Dokumentaciju:
  - sklopni crtež s potrebnim brojem ortogonalnih projekcija u pogledu i presjeku;
  - radioničke crteže u dogovoru s mentorom.

Svi ostali tehnički podaci mogu se dobiti kod mentora

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivenu pomoć.


Zadatak zadan:  
16. studenog 2017.

Datum predaje rada:  
18. siječnja 2018.

Predviđeni datum obrane:  
24., 25. i 26. siječnja 2018.

Zadatak zadao:

Predsjednica Povjerenstva:

  
Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac

  
Prof. dr. sc. Tanja Jurčević Lulić

## 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. Varijante izvedbi rotacijskih platformi .....                   | 2   |
| 2. PRORAČUN ROTACIJSKE PLATFORME.....                                | 5   |
| 2.1. Uvod u proračun.....  | 5   |
| 2.2. Dijelovi platforme .....  | 6   |
| 2.3. Opterećenje platforme.....                                      | 6   |
| 2.4. Proračun nosive konstrukcije .....                              | 8   |
| 2.4.1. Kontrola A nosača.....  | 8   |
| 2.4.1.1. Kontrola čvrstoće .....                                     | 10  |
| 2.4.1.2. Kontrola krutosti .....                                     | 10  |
| 2.4.2. Kontrola B nosača.....  | 11  |
| 2.4.2.1. Kontrola čvrstoće .....                                     | 13  |
| 2.4.2.2. Kontrola krutosti .....                                     | 13  |
| 2.4.3. Kontrola C nosača.....  | 14  |
| 2.4.3.1. Kontrola čvrstoće .....                                     | 15  |
| 2.4.3.2. Kontrola krutosti .....                                     | 16  |
| 2.4.4. Kontrola zavara A nosača i prirubne pločice .....             | 17  |
| 2.4.5. Kontrola zavara C nosača i prirubne pločice .....             | 20  |
| 2.4.6. Proračun vijčanog spoja A i C nosača .....                    | 22  |
| 2.4.6.1. Moment pritezanja vijka .....                               | 24  |
| 2.4.7. Odabir kotača .....   | 25  |
| 2.4.8. Bočne vodilice .....  | 25  |
| 2.4.9. Podnica.....  | 27  |
| 2.4.10. Gazna površina.....  | 28  |
| 2.4.11. Oplata.....  | 29  |
| 2.4.12. Pristupna rampa .....  | 30  |
| 2.5. Proračun elemenata pogonskog mehanizma vrtnje.....              | 31  |
| 2.5.1. Proračun elektromotora.....                                   | 31  |
| 2.5.1.1. Izračun dinamičkog momenta inercije pokretnih dijelova..... | 31  |
| 2.5.1.2. Izračun potrebnog momenta i snage za pokretanje.....        | 31  |
| 2.5.1.3. Odabir elektromotora .....                                  | 32  |
| 2.5.2. Proračun lančanog prijenosa .....                             | 34  |
| 2.5.2.1. Prijenosni omjer .....                                      | 34  |
| 2.5.2.2. Udarna snaga.....   | 34  |
| 2.5.2.3. Broj članaka .....  | 35  |

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| 2.5.2.4.  | Duljina lanca .....                                   | 35 |
| 2.5.2.5.  | Osni razmak .....                                     | 35 |
| 2.5.2.6.  | Odabir lanca .....                                    | 36 |
| 2.5.2.7.  | Vijek trajanja spojnice (sigurnost protiv loma) ..... | 38 |
| 2.5.2.8.  | Vijek trajanja valjaka .....                          | 38 |
| 2.5.2.9.  | Vijek trajanja zglobova .....                         | 38 |
| 2.5.2.10. | Sila koja opterećuje vratilo .....                    | 41 |
| 2.5.3.    | Kontrola nosača gonjenog lančanika .....              | 41 |
| 2.5.3.1.  | Kontrola čvrstoće .....                               | 41 |
| 2.5.3.2.  | Kontrola krutosti .....                               | 43 |
| 2.5.4.    | Kontrola gonjenog vratila .....                       | 44 |
| 2.5.4.1.  | Presjek 1 .....                                       | 45 |
| 2.5.4.2.  | Presjek 2 .....                                       | 45 |
| 2.5.5.    | Kontrola pogonskog vratila .....                      | 47 |
| 2.5.5.1.  | Reakcije u osloncima .....                            | 48 |
| 2.5.5.2.  | Presjek 1 .....                                       | 48 |
| 2.5.5.3.  | Presjek 2 .....                                       | 49 |
| 2.5.5.4.  | Presjek 3 .....                                       | 49 |
| 2.5.5.5.  | Odabir ležaja u osloncu A .....                       | 50 |
| 2.5.5.6.  | Odabir ležaja u osloncu B .....                       | 52 |
| 3.        | Procjena rizika u radu s rotacijskom platformom ..... | 54 |
| 3.1.      | Općenito o procjeni rizika .....                      | 54 |
| 3.2.      | Procjena rizika za rotacijsku platformu .....         | 54 |
| 3.2.1.    | Opasnosti .....                                       | 54 |
| 3.2.1.1.  | Mehaničke opasnosti .....                             | 54 |
| 3.2.1.2.  | Opasnosti od padova .....                             | 55 |
| 3.2.1.3.  | Opasnosti od električne struje .....                  | 56 |
| 3.2.1.4.  | Požar i eksplozija .....                              | 56 |
| 3.2.1.5.  | Termičke opasnosti .....                              | 56 |
| 3.2.1.6.  | Ostale opasnosti .....                                | 57 |
| 3.2.2.    | Štetnosti .....                                       | 57 |
| 3.2.2.1.  | Fizikalne štetnosti .....                             | 57 |
| 3.2.3.    | Napori .....  | 58 |
| 3.2.3.1.  | Statodinamički napori .....                           | 58 |
| 3.2.3.2.  | Psihofiziološki napori .....                          | 58 |
| 3.2.4.    | Ostali rizici .....                                   | 59 |
| 3.2.4.1.  | Zaštita zdravlja i sigurnosti posjetitelja .....      | 59 |
| 4.        | ZAKLJUČAK .....                                       | 60 |
|           | LITERATURA .....                                      | 61 |
|           | PRILOZI .....   | 62 |

## POPIS SLIKA

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Slika 1  | Traktor izložen na sajmu .....                         | 1  |
| Slika 2  | Rotacijska platforma za tegljače [1] .....             | 2  |
| Slika 3  | Okretna platforma za binu [2] .....                    | 3  |
| Slika 4  | EXPO CAR okretna platforma [3] .....                   | 3  |
| Slika 5  | Okretna platforma sa spuštanjem [4].....               | 4  |
| Slika 6  | Specifikacija traktora.....                            | 5  |
| Slika 7  | Okretna platforma.....                                 | 6  |
| Slika 8  | Opterećenje platforme .....                            | 7  |
| Slika 9  | A nosač .....  | 8  |
| Slika 10 | Karakteristike A nosača [6].....                       | 9  |
| Slika 11 | Proračunski model A nosača .....                       | 9  |
| Slika 12 | B nosač .....  | 11 |
| Slika 13 | Karakteristike B nosača [6] .....                      | 12 |
| Slika 14 | Proračunski model B nosača .....                       | 12 |
| Slika 15 | C nosač .....  | 14 |
| Slika 16 | Proračunski model C nosača .....                       | 15 |
| Slika 17 | Prirubna pločica A nosača.....                         | 17 |
| Slika 18 | Zavar pločice A nosača .....                           | 17 |
| Slika 19 | Pločica C nosača.....                                  | 20 |
| Slika 20 | Zavar pločice C nosača.....                            | 20 |
| Slika 21 | Vijčani spoj A i C nosača .....                        | 22 |
| Slika 22 | Kotač [8].....   | 25 |
| Slika 23 | Kotač vodilice [8].....                                | 26 |
| Slika 24 | Vodilica .....   | 26 |
| Slika 25 | Podnica .....  | 27 |
| Slika 26 | Vijak za niveliranje .....                             | 28 |
| Slika 27 | Segment gazne površine .....                           | 28 |
| Slika 28 | Segmenti oplate .....                                  | 29 |
| Slika 29 | Koncept pristupne rampe.....                           | 30 |
| Slika 30 | Dimenzije motora prema [10] .....                      | 33 |
| Slika 31 | Faktor snage [7].....                                  | 34 |
| Slika 32 | Proračunski faktor [7].....                            | 36 |
| Slika 33 | Udarna snaga lanca [7] .....                           | 36 |
| Slika 34 | Tehnički podaci lanca [7] .....                        | 37 |
| Slika 35 | Faktor udara [7] .....                                 | 38 |
| Slika 36 | Značajka vijeka trajanja [7].....                      | 39 |
| Slika 37 | Faktor brzine koraka lanca [7].....                    | 40 |
| Slika 38 | Faktor trenja [7].....                                 | 40 |
| Slika 39 | Nosač gonjenog lančanika.....                          | 41 |
| Slika 40 | Karakteristike nosača lančanika [6] .....              | 42 |
| Slika 41 | Proračunski model nosača gonjenog lančanika.....       | 42 |
| Slika 42 | Proračunski model gonjenog vratila.....                | 44 |
| Slika 43 | Proračunski model pogonskog vratila .....              | 47 |
| Slika 44 | Dimenzije odabranog ležaja u osloncu A [13] .....      | 51 |
| Slika 45 | Karakteristike odabranog ležaja u osloncu A [13] ..... | 51 |



---

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Slika 46 | Dimenzije odabranog ležaja u osloncu B [13] .....      | 52 |
| Slika 47 | Karakteristike odabranog ležaja u osloncu B [13] ..... | 53 |

**POPIS TABLICA**

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Tablica 1  | Specifikacije motora.....                       | 32 |
| Tablica 2  | Matrica rizika .....                            | 54 |
| Tablica 3  | Procjena rizika za mehaničke opasnosti .....    | 54 |
| Tablica 4  | Opasnosti od padova .....                       | 55 |
| Tablica 5  | Opasnosti od električne struje .....            | 56 |
| Tablica 6  | Požar i eksplozija.....                         | 56 |
| Tablica 7  | Termičke opasnosti.....                         | 56 |
| Tablica 8  | Ostale opasnosti.....                           | 57 |
| Tablica 9  | Fizikalne štetnosti.....                        | 57 |
| Tablica 10 | Statodinamički naponi.....                      | 58 |
| Tablica 11 | Psihofiziološki naponi.....                     | 58 |
| Tablica 12 | Zaštita zdravlja i sigurnosti posjetitelja..... | 59 |

## **POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

- RP-MT-0000 Rotacijska platforma
- RP-MT-0005 Segment podnice
- RP-MT-0006 Segment podnice s nosačem motora
- RP-MT-06-01 Radijalni nosač 1
- RP-MT-06-02 Radijalni nosač 2
- RP-MT-06-03 Tan. nosač kraći i duži, Sred. nosač
- RP-MT-06-06 Matica M24 – dorada
- RP-MT-06-07 Čahura
- RP-MT-0017 Sklop pogona
- RP-MT-17-03 Pogonski lančanic
- RP-MT-17-05 Vratilo
- RP-MT-17-07 Gornji poklopac
- RP-MT-17-12 Kučište
- RP-MT-17-17 Donji poklopac
- RP-MT-0019 Gonjeni lančanic

## POPIS OZNAKA

| Oznaka             | Jedinica        | Opis                               |
|--------------------|-----------------|------------------------------------|
| $a$                | mm              | Širina zavara, duljina             |
| $a_{\max}$         | $\text{m/s}^2$  | Maksimalno ubrzanje                |
| $A_S$              | $\text{mm}^2$   | Površina jezgre vijka              |
| $A_{zav}$          | $\text{mm}^2$   | Površina presjeka zavara           |
| $d$                | mm              | Promjer                            |
| $E$                | $\text{N/mm}^2$ | Modul elastičnosti                 |
| $F$                | N               | Sila                               |
| $F_{vij}$          | N               | Sila u vijku                       |
| $i$                | -               | Prijenosni omjer                   |
| $I_y$              | $\text{mm}^4$   | Moment inercije presjeka           |
| $I_{zav}$          | $\text{mm}^4$   | Moment inercije presjeka zavara    |
| $J$                | $\text{kgm}^2$  | Dinamički moment inercije          |
| $L$                | mm              | Udaljenost                         |
| $L_{10h}$          | h               | Nazivni vijek trajanja ležaja      |
| $m_{\text{konst}}$ | kg              | Masa konstrukcije                  |
| $m_{\text{ter}}$   | kg              | Masa tereta                        |
| $M$                | Nmm             | Moment savijanja                   |
| $M_{\max}$         | Nmm             | Maksimalni moment savijanja        |
| $M_{\text{pok}}$   | Nmm             | Moment pokretanja                  |
| $n$                | -               | Broj vijaka                        |
| $n$                | okr/min         | Brzina vrtnje                      |
| $P$                | mm              | Korak navoja                       |
| $P_n$              | W               | Nazivna snaga                      |
| $P_r$              | kN              | Ekvivalentno dinamičko opterećenje |
| $p_v$              | $\text{N/cm}^2$ | Površinski pritisak u zglobu       |
| $r$                | m               | Radijus                            |
| $S$                | -               | Faktor sigurnosti                  |
| $T$                | Nm              | Moment pritezanja vijka            |
| $w_{\max}$         | mm              | Maksimalni progib                  |
| $w_{\text{dop}}$   | mm              | Dopušteni progib                   |
| $W_y$              | $\text{mm}^3$   | Moment otpora presjeka             |
| $W_{yzav}$         | $\text{mm}^3$   | Moment otpora presjeka zavara      |
| $z$                | -               | Broj zubi                          |
| $X$                | -               | Broj članaka lanca                 |
| $\eta$             | -               | Stupanj iskorištenja               |

---

|                        |                 |                                 |
|------------------------|-----------------|---------------------------------|
| $\mu$                  | -               | Faktor trenja                   |
| $\sigma$               | $\text{N/mm}^2$ | Normalno naprezanje             |
| $\sigma_{\text{dop}}$  | $\text{N/mm}^2$ | Dopušteno vlačno naprezanje     |
| $\sigma_{\text{max}}$  | $\text{N/mm}^2$ | Maksimalno vlačno naprezanje    |
| $\sigma_{\text{red}}$  | $\text{N/mm}^2$ | Ekvivalentno naprezanje         |
| $\sigma_{\text{yzav}}$ | $\text{N/mm}^2$ | Normalno naprezanje zavora      |
| $\tau$                 | $\text{N/mm}^2$ | Tangencijalno naprezanje        |
| $\tau_{\text{zav}}$    | $\text{N/mm}^2$ | Tangencijalno naprezanje zavora |
| $\omega$               | $\text{rad/s}$  | Kutna brzina                    |

## **SAŽETAK**

U ovom radu koncipirana je i konstruirana rotacijska platforma za sajamska izlaganja traktora. Platforma je konstruirana prema specifikaciji traktora, na način da je prilagođena montaži i demontaži na terenu. Upravo zbog tog zahtjeva posebna pažnja pridodana je masama i oblicima pojedinih dijelova kako bi bilo maksimalno olakšano rukovanje istima.

U samom radu dan je pregled nekoliko postojećih rješenja, izvršen proračun elemenata nosive konstrukcije i pogonskog mehanizma. Također, izrađena je procjena rizika u radu s rotacijskom platformom pri čemu su prepoznati rizici, kao i mjere za njihovo otklanjanje ili svođenje na manju mjeru.

U prilogu je dana radionička dokumentacija većine dijelova.

Ključne riječi: rotacijska platforma, montažna konstrukcija, procjena rizika u radu, sajamska izlaganja

## **SUMMARY**

In this paper, a rotating platform for the exhibition of tractors is conceived and constructed. The platform is constructed according to the tractor specification, so it is adapted the field assembly and disassembly. This is the reason why special attention is given to the masses and shapes of the individual parts, so that ease of handling is maximised. The paper presents a review of several existing solutions, and calculation of the elements of the supporting structure and the drive mechanism is made. Also, a risk assessment of the rotating platform operation was developed, detecting the risks as well as the measures for their removal or reduction.

Work documentation for the most of the parts is attached.

Key words: rotational platform, pre-fabricated structure, operational risk assesment, exhibitions

## 1. UVOD

Sajmovi su mjesta za prezentaciju najnovijih tehnoloških i znanstvenih otkrića, mjesto zaključivanja poslovnih ugovora i susreta sa drugim gospodarstvenicima.

Danas, u moru proizvođača traktora i poljoprivredne mehanizacije svaka tvrtka nastoji se izdvojiti na neki način od konkurencije. Dakako, najvažniji su iskoraci u pogledu performansi radnih strojeva, povećanju ekološke učinkovitosti itd., ali bitnu ulogu u ovom procesu ima i odjel marketinga koji nastoji prezentirati proizvod potencijalnim kupcima.

Upravo zbog toga dobro uređeno i atraktivno izložbeno i/ili prodajno mjesto ima sve veću vrijednost. Stroj postavljen na okretnu platformu svakako je jedan od primjera.



Slika 1 Traktor izložen na sajmu



### 1.1. Varijante izvedbi rotacijskih platformi

Na tržištu postoje razne izvedbe rotacijskih platformi. Upotrebljavaju se za različite namjene: salonska izlaganja, za okretanje vozila u garažama ili drugim skućenim prostorima, za okretanje i pozicioniranje tegljača u distributivnim centrima, okretanje lokomotiva i ostalo.

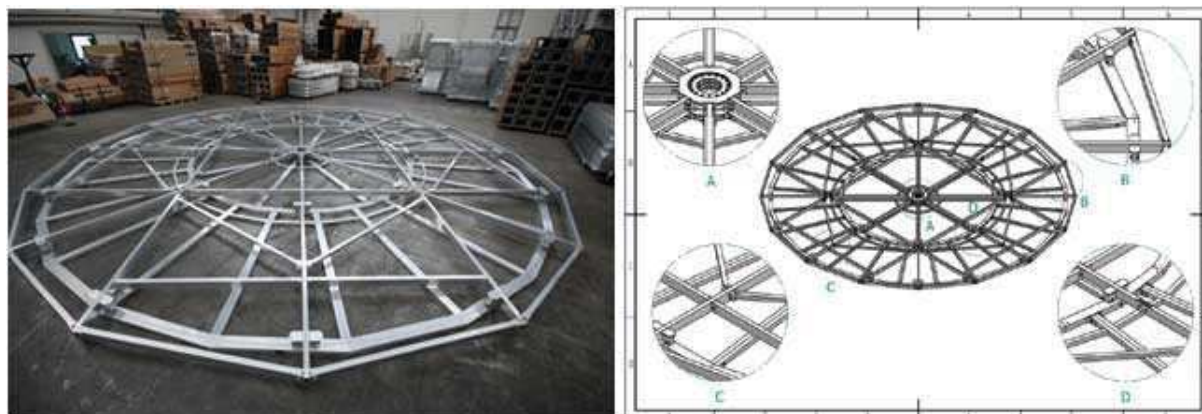
Ovisno o namjeni i profesionalnosti izrade razlikuju se i u tehničkoj složenosti.

U nastavku je dan pregled nekoliko varijanti izvedbe.



Slika 2 Rotacijska platforma za tegljače [1]

Materijal izrade platforme na Slici 2 je konstrukcijski čelik. Antikorozivna zaštita se vrši bojanjem (za platforme u zatvorenim prostorima) ili vrućim pocinčavanjem (za platforme u vanjskim prostorima). Masa platforme je 25 tona, dok je maksimalna masa tegljača (maksimalno opterećenje) 60 tona. Brzina vrtnje je 2 okr/min. Vrtanja se vrši pomoću 4 elektromotora koji rotiraju zajedno sa platformom. Protu klizna obloga je debljine 12 mm, a moguće je i postavljanje bitumenskog premaza.



**Slika 3 Okretna platforma za binu [2]**

Okretna platforma prema Slici 3 koristi se kao bina. Izrađena je od aluminijske legure, s mogućnošću promjene promjera. Promjer platforme je 10 m, a visina bez pozornice 25 cm. Masa platforme je 1200 kg, uz nosivost od 4000 kg.

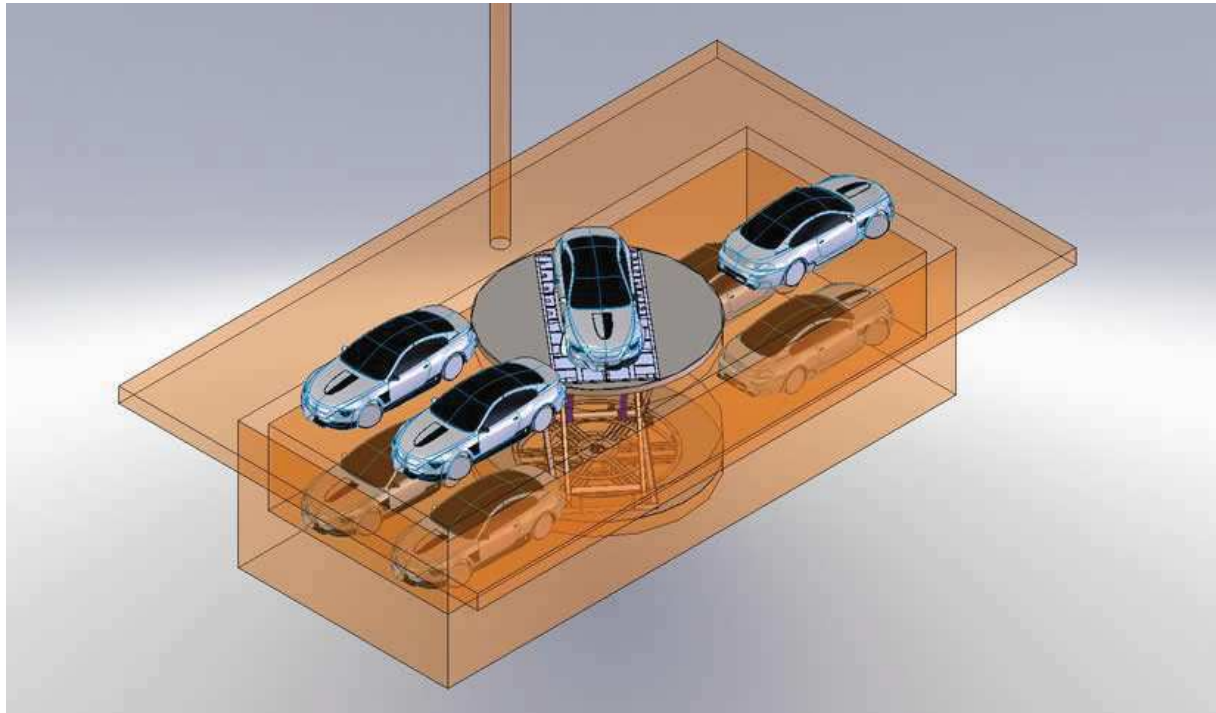
Rastavljena u dijelove može se transportirati u prostoru od 27 m<sup>3</sup>.



**Slika 4 EXPO CAR okretna platforma [3]**

Expo Car okretna platforma kompaktna je, jednostavna i jeftina okretna platforma za korištenje u izložbenim salonima. Uz teleskopske ruke prilagodljiva je za razne dimenzije širine traga kotača i međuosovinskog razmaka vozila. Nosivosti je 2 t, uz brzinu vrtnje od 2 okr/min.

Prednost ove platforme leži u njenoj neprimjetnosti ispod automobila i lakom premještanju.



**Slika 5 Okretna platforma sa spuštanjem [4]**

Okretna platforma na Slici 5 osim za okretanje služi i za spuštanje u donju etažu garaže, što ujedno i smanjuje potreban prostor za pristup garaži.

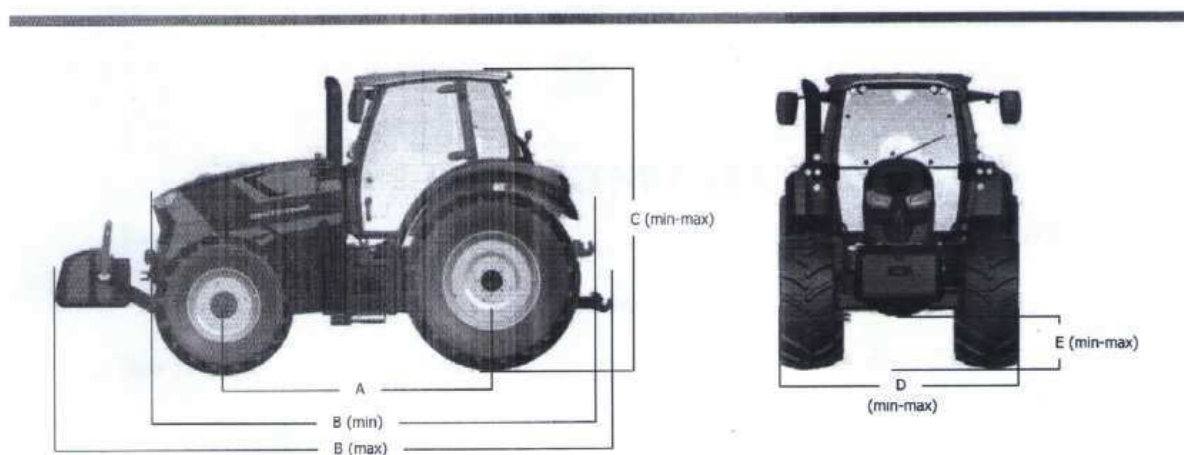
Pregledom postojećih rješenja vidljivo je da na tržištu nema platformi koje su dimenzijama i nosivosti namijenjene traktorima, a pogotovo nema platformi većih nosivosti koje su lako rasklopive i primjerene za čestu terensku montažu i prijevoz na razne sajmove.

Upravo stoga konstrukcija takve okretne platforme predstavlja izazov.

## 2. PRORAČUN ROTACIJSKE PLATFORME

### 2.1. Uvod u proračun

Na temelju zahtjeva na konstrukciju odabran je koncept predstavljen u nastavku. Dimenzije su odabirane prema zadanoj specifikaciji traktora (širina traga kotača, međuosovinski razmak i ukupna dužina vozila). Prvenstveno se vodilo računa o masi pojedinih dijelova koja je zbog montaže na terenu ograničena na maksimalnih 80 kg. Za montažu je od velike važnosti i sam oblik dijelova i mogućnost rukovanja sa istima, kao i pristupačnost pojedinim segmentima i spojevima platforme u cilju jednostavnije montaže i demontaže.



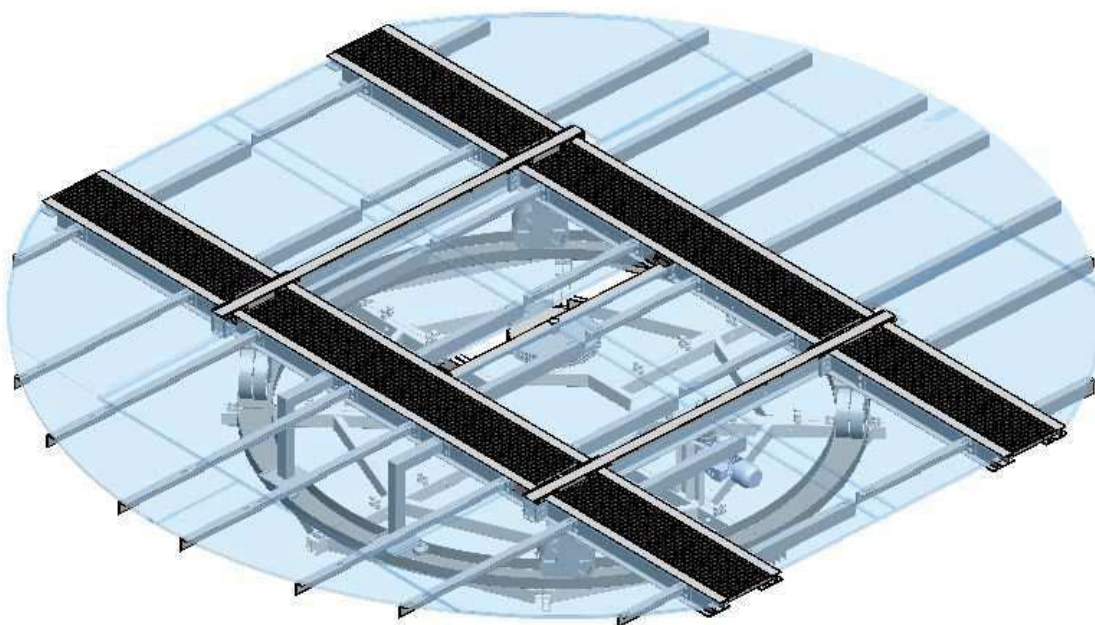
Min length: from front hood to the rear lift arm in upper position  
 Max length: from 1000 kg front ballast with front-lift to the rear lift arm in lower position

|   |    | 6154        | 6165        | 6175        | 6185        | 6205          | 6215        |
|---|----|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| <b>GENERAL DIMENSIONS</b>   |    |             |             |             |             |               |             |
| With front axle   |    | CA 20.29    | CA 20.29    | CA 20.29    | Dana M50    | Dana M50/M60L | Dana M60L   |
| Front axle width (flange to flange)                               | mm | 1840        | 1840        | 1840        | 1780        | 1780 / 1940   | 1940        |
| Front axle width with brakes (flange to flange)                   | mm | 1890        | 1890        | 1890        | 1780        | -             | 2046        |
| Front axle width with external dry disk brakes (flange to flange) | mm | -           | -           | -           | -           | 1720/1946     | 2046        |
| Rear axle width (flange to flange)                                | mm | 1720        | 1720        | 1890        | 1890        | 1890          | 1890        |
| Rear axle width with bar axle (flange to flange) (min-max)        | mm | -           | -           | -           | -           | -             | -           |
| <b>DIMENSIONS AND WEIGHTS</b>                                     |    |             |             |             |             |               |             |
| With front tyres (min)  |    | 230/95R32   | 230/95R32   | 270/95R36   | 270/95R36   | 270/95R36     | 270/95R36   |
| With rear tyres (min)   |    | 270/95R44   | 270/95R44   | 380/90R46   | 380/90R46   | 380/90R46     | 380/90R46   |
| With front tyres (max)  |    | VF500/60R28 | VF600/60R28 | VF600/60R30 | VF600/60R30 | VF600/60R30   | VF600/60R30 |
| With rear tyres (max)   |    | VF710/60R35 | VF710/60R38 | VF710/60R42 | VF710/60R42 | VF710/60R42   | VF710/60R42 |
| Wheelbase (A)   | mm | 2767        | 2767        | 2767        | 2767        | 2848          | 2848        |
| Length (min-max) (B)  | mm | 4347-5712   | 4347-5712   | 4897-5712   | 4897-5712   | 4478-5793     | 4478-5793   |
| Height (min-max) (C)  | mm | 2932-3032   | 2932-3032   | 3032-3082   | 3032-3082   | 3032-3082     | 3032-3082   |
| Width (min-max) (D)   | mm | 2456-2720   | 2456-2720   | 2486-2720   | 2486-2720   | 2486-2720     | 2486-2541   |
| Ground clearance (min-max) (E)                                    | mm | 365-465     | 365-465     | 465-515     | 465-515     | 465-515       | 465-515     |
| Unladen weight on front axle (min-max)                            | kg | 2690-3130   | 2690-3130   | 2690-3130   | 2690-3130   | 3150-3590     | 3150-3590   |
| Unladen weight on rear axle (min-max)                             | kg | 4470-4510   | 4470-4510   | 4470-4510   | 4470-4510   | 4740-4780     | 4740-4780   |
| Total unladen weight (min-max)                                    | kg | 7200-7600   | 7200-7600   | 7200-7600   | 7200-7600   | 7930-8330     | 7930-8330   |
| Maximum permissible front weight @ 40 kph                         | kg | 4700        | 4700        | 4700        | 5200        | 5200          | 5200        |
| Maximum permissible rear weight @ 40 kph                          | kg | 8400        | 8400        | 9200        | 9200        | 9200          | 9200        |
| Maximum permissible total weight @ 40 kph                         | kg | 11500       | 11500       | 12500       | 12500       | 13500         | 13500       |
| Maximum permissible front weight @ 50 kph                         | kg | 4700        | 4700        | 4700        | 5200        | 5200          | 5200        |
| Maximum permissible rear weight @ 50 kph                          | kg | 8400        | 8400        | 9200        | 9200        | 9200          | 9200        |
| Maximum permissible total weight @ 50 kph                         | kg | 11500       | 11500       | 12500       | 12500       | 12500         | 12500       |

Slika 6 Specifikacija traktora

## 2.2. Dijelovi platforme

Rotacijska platforma sastoji se od dva osnovna dijela: podnice (postolja) i okretnog dijela (platforme). Podnica je izrađena iz segmenata, ukupno 8 komada koji su međusobno povezani vijcima u cjelinu. Također, na podnici se nalaze vijci za niveliranje, tračnica i elektromotor sa prijenosom i pogonskim lančanicom. Okretni dio (platforma) se preko 4 sklopa kotača oslanja na tračnicu. Osnovna struktura su A, B i C nosači koji su međusobno povezani vijcima, te kao takvi tvore nosivu konstrukciju. Na njih se vežu ostali elementi: vodilice, nosač gonjenog lančanika, nosači oplate. Sama površina platforme na gaznom dijelu prekrivena je rešetkom, dok je ostali dio prekriven vodoopornom ivericom, radi smanjenja ukupne mase.



Slika 7 Okretna platforma

## 2.3. Opterećenje platforme

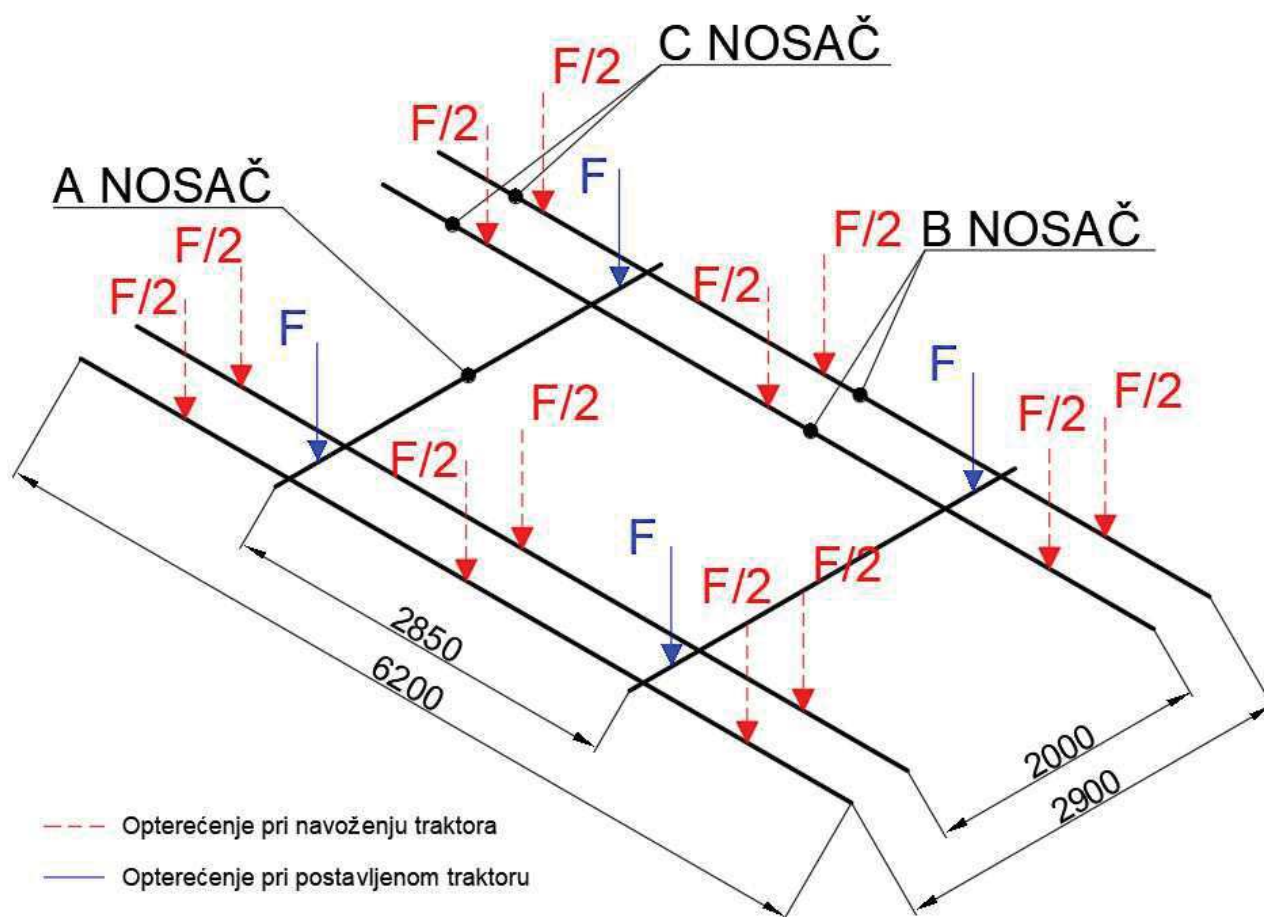
Na platformu se postavlja traktor mase do 12 t. Prema dobivenoj specifikaciji traktora i raspodjeli masa po osovinama (Slika 6) vidljivo je da najteži traktor u neopterećenom stanju (bez utega ili priključnih strojeva) ima ukupno maksimalno 8330 kg, od čega maksimalno 3590 kg otpada na prvu a maksimalno 4780 kg na zadnju osovину. Za proračunsko opterećenje uzimamo da je masa od 12 tona ravnomjerno raspoređena na dvije osovine po 6 tona, i ravnomjerno na 2 kotača po osovini, sa po 3 tone. Prema tome sila  $F$  iznosi:

$$F = \frac{12000 \cdot 10}{4} = 30000 \text{ N.} \quad (1)$$

Zbog veoma male brzine vrtnje ( $n = 1$  okr/min), dinamička opterećenja nosive konstrukcije moguće je opravdano izostaviti.

Razlikujemo opterećenja pri postavljanju (utovaru) traktora, te opterećenja pri već postavljenom traktoru. Za proračun su mjerodavni slučajevi kada su opterećenja maksimalna za pojedini element.

Pri postavljanju traktora na platformu on preko utovarne rampe prolazi po nosačima do konačnog položaja, pri čemu su sile u najnepovoljnijim slučajevima na nosačima prikazane crtkano u crvenoj boji na slici. Postavljeni traktor za vrijeme rada platforme miruje, te sa kotačima stoji na A nosaču. Sile u tom položaju prikazane su plavom bojom.



Slika 8 Opterećenje platforme

## 2.4. Proračun nosive konstrukcije

U proračunu nosive konstrukcije biti će proračunati A, B i C nosači, njihovi međusobni vijčani spojevi, te zavari njihovih prirubnih pločica.

Svi elementi nosive konstrukcije izrađeni su od čelika S355JR, sa vrijednosti dopuštenog naprezanja prema [5]:

$$\sigma_{\text{dop}} = 140 \dots 180 \text{ N/mm}^2. \quad (2)$$

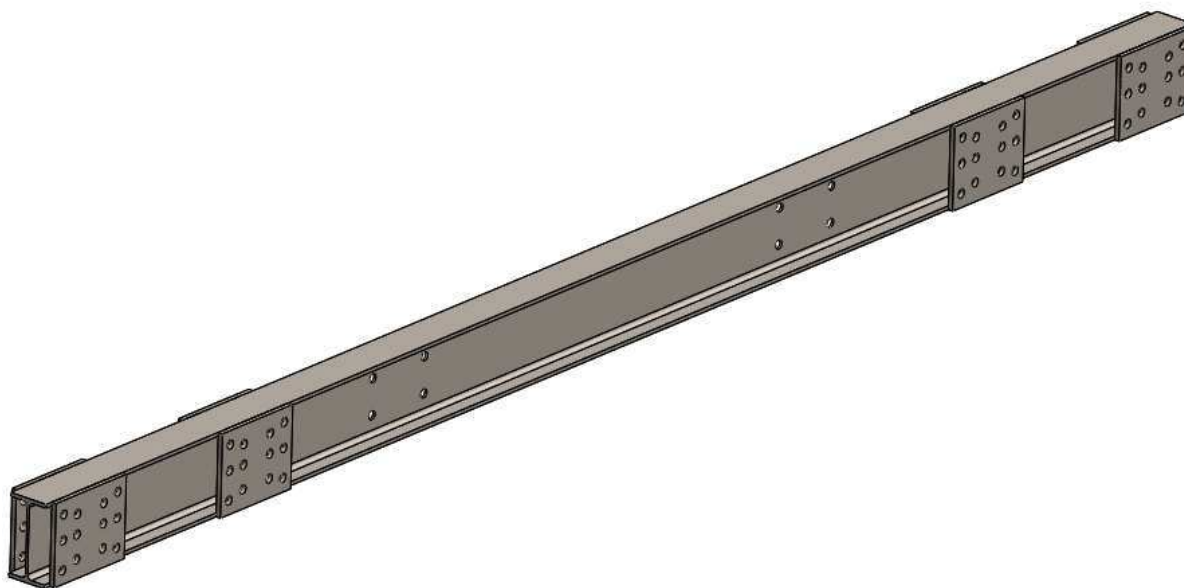
Usvojena je vrijednost dopuštenog naprezanja od

$$\sigma_{\text{dop}} = 160 \text{ N/mm}^2. \quad (3)$$

Kod kontrole A, B i C nosača kao kontinuirano opterećenje po dužini nosača uzeta je u obzir i njihova vlastita težina, koja zbog veoma malog utjecaja naspram ostalih opterećenja ima zanemariv doprinos ukupnom naprezanju i deformacijama te kao takva nije navedena u konačnoj verziji proračuna.

### 2.4.1. Kontrola A nosača

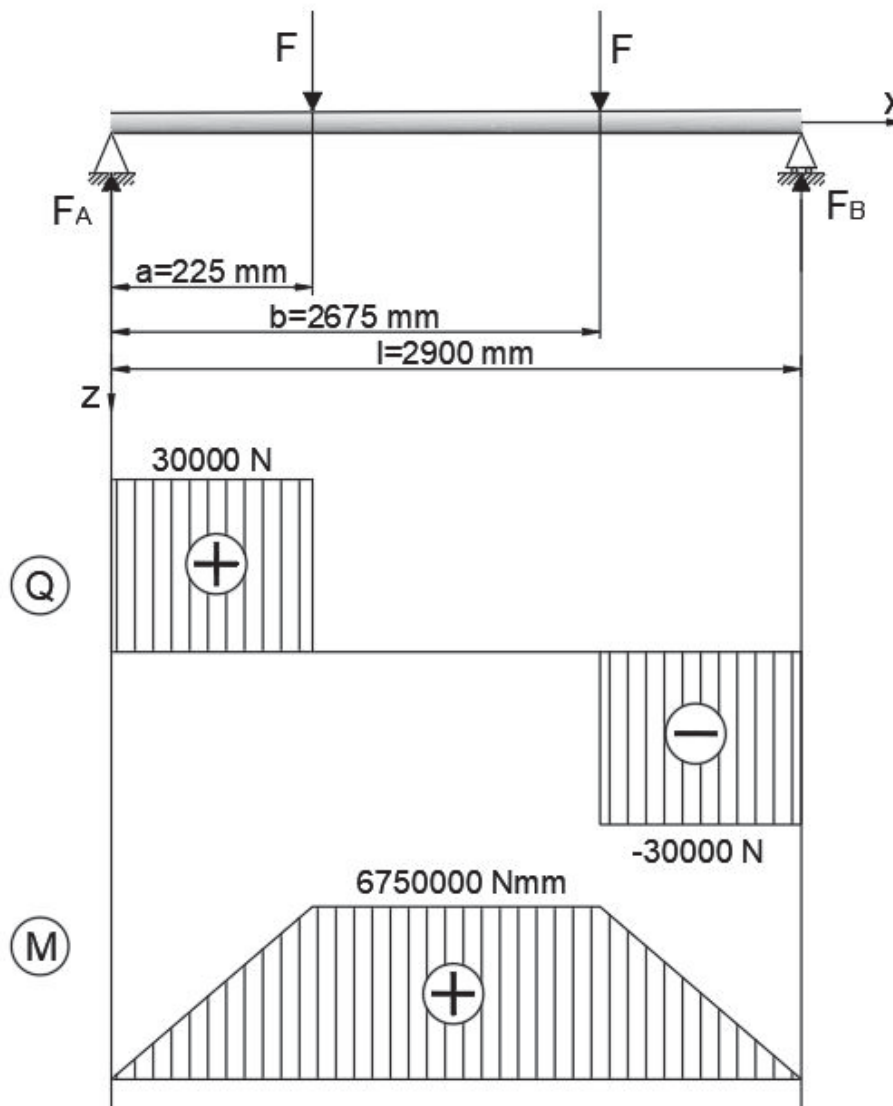
A nosač izrađen je od IPE 160 profila. Sa bočnih strana ima zavarene pločice za spajanje sa B i C nosačima.



Slika 9 A nosač

| IPE160                                       |   |                                   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Geometry                                     |   | Section properties                |                                   |
| h = 160 mm                                   |   | Axis y                            | Axis z                            |
| b = 82 mm                                    |   | $I_y = 8.69E+6 \text{ mm}^4$      | $I_z = 6.83E+5 \text{ mm}^4$      |
| $t_f = 7.4 \text{ mm}$                       |   | $W_{y1} = 1.09E+5 \text{ mm}^3$   | $W_{z1} = 1.67E+4 \text{ mm}^3$   |
| $t_w = 5 \text{ mm}$                         |   | $W_{y,pl} = 1.24E+5 \text{ mm}^3$ | $W_{z,pl} = 2.61E+4 \text{ mm}^3$ |
| $r_1 = 9 \text{ mm}$                         |   | $i_y = 65.80 \text{ mm}$          | $i_z = 18.40 \text{ mm}$          |
| $y_s = 41 \text{ mm}$                        |   | $S_y = 6.19E+4 \text{ mm}^3$      | $S_z = 1.30E+4 \text{ mm}^3$      |
| $d = 127.2 \text{ mm}$                       |   | <b>Warping and buckling</b>       |                                   |
| $A = 2010 \text{ mm}^2$                      |   | $I_w = 3.96E+9 \text{ mm}^6$      | $I_t = 3.58E+4 \text{ mm}^4$      |
| $A_L = 0.62 \text{ m}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ | $G = 15.8 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-1}$ | $i_w = 20.50 \text{ mm}$          | $i_{pc} = 68.30 \text{ mm}$       |

Slika 10 Karakteristike A nosača [6]



Slika 11 Proračunski model A nosača



### 2.4.1.1. Kontrola čvrstoće

Maksimalno naprezanje računa se prema izrazu:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y}, \quad (4)$$

pri čemu maksimalni moment savijanja iznosi

$$M_{\max} = 6750000 \text{ Nmm}, \quad (5)$$

dok je vrijednost momenta otpora presjeka korištenog IPN 160 nosača

$$W_y = 1,09 \cdot 10^5 \text{ mm}^3. \quad (6)$$

Uvrštavanjem u izraz za maksimalno naprezanje dobivamo:

$$\sigma_{\max} = \frac{6750000}{1,09 \cdot 10^5}, \quad (7)$$

$$\sigma_{\max} \approx 62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (8)$$

Maksimalno naprezanje manje je od dopuštenog:

$$\sigma_{\max} \approx 62 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (9)$$

### 2.4.1.2. Kontrola krutosti

Vrijednost dopuštenog progiba računa se prema izrazu:

$$w_{\text{dop}} = \frac{L}{600}, \quad (10)$$

pri čemu je L dužina nosača.

Dozvoljena vrijednost progiba za ovaj slučaj iznosi:

$$w_{\text{dop}} = \frac{2900}{600}, \quad (11)$$

$$w_{\text{dop}} = 4,8 \text{ mm} \quad (12)$$

Stvarni progib računa se prema izrazu:

$$w_{\max} = \frac{F \cdot a}{24 \cdot E \cdot I_y} (3 \cdot L^2 - 4 \cdot a^2). \quad (13)$$

Uvrštavanjem vrijednosti dobiva se stvarni progib:

$$w_{\max} = \frac{30000 \cdot 225}{24 \cdot 210000 \cdot 8,69 \cdot 10^6} (3 \cdot 2900^2 - 4 \cdot 225^2), \quad (14)$$

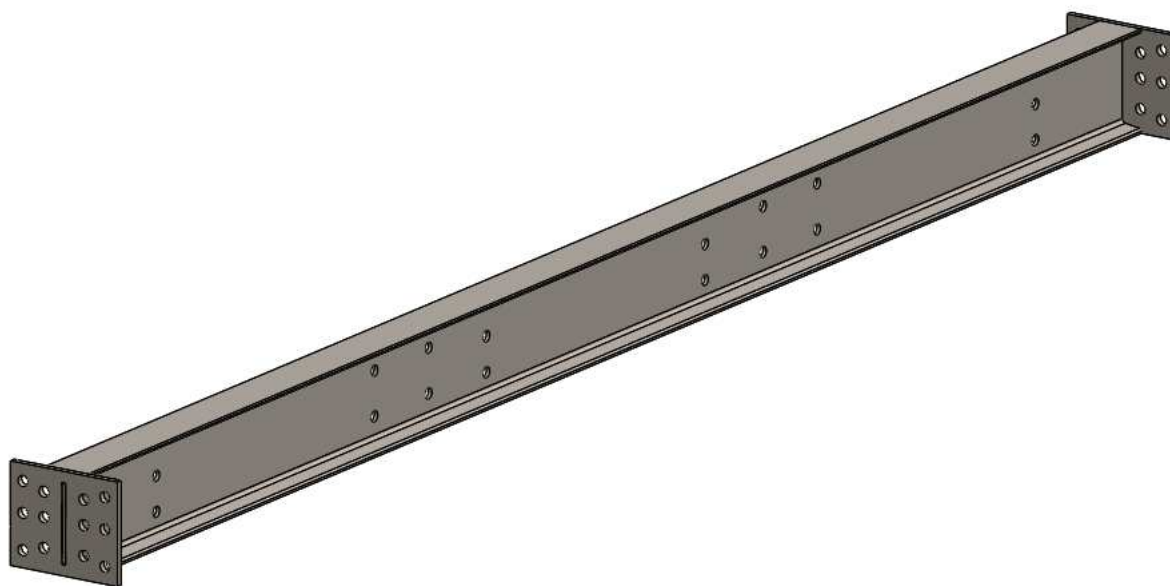
$$w_{\max} = 3,85 \text{ mm}. \quad (15)$$

Maksimalni progib manji je od dopuštenog:

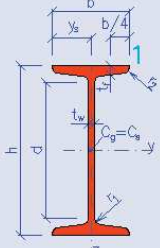
$$w_{\max} = 3,85 \text{ mm} \leq w_{\text{dop}} = 4,8 \text{ mm}. \quad (16)$$

#### 2.4.2. Kontrola B nosača

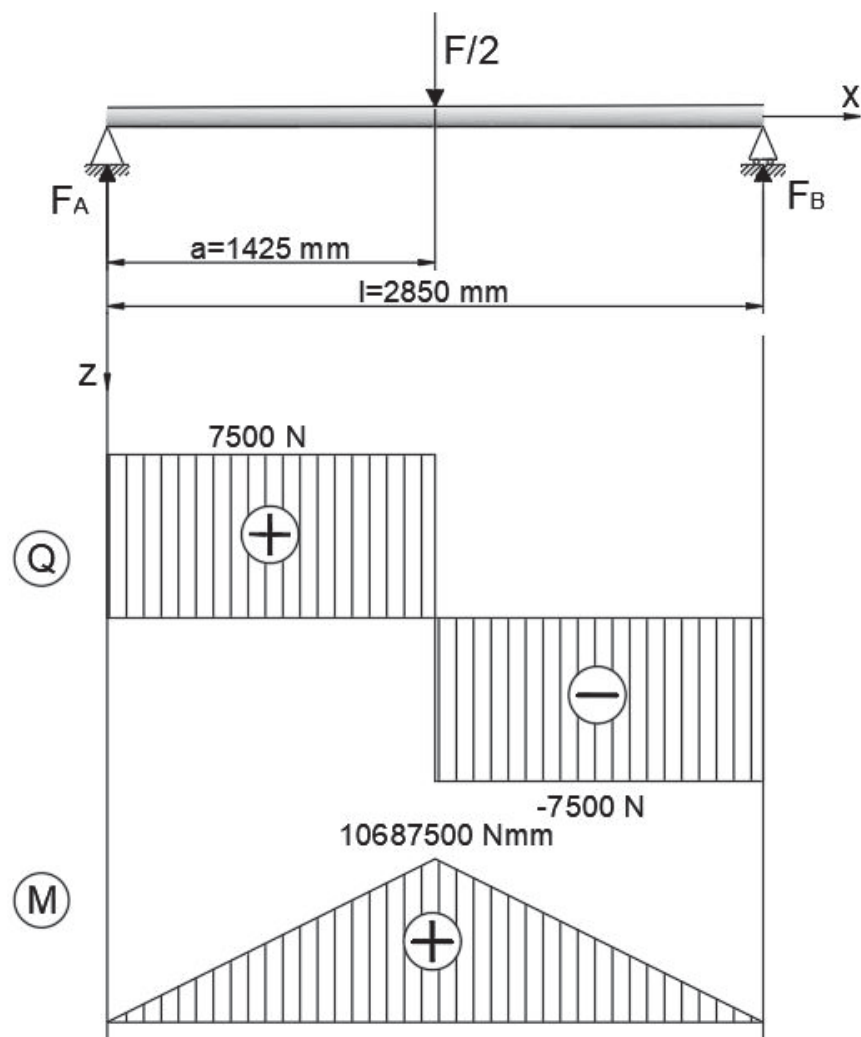
B nosač izrađen je od IPN 160 profila. Na čeonim stranama ima pločice za spajanje sa A nosačima.



Slika 12 B nosač

| IPN 160                                    |   |                                   |                                   |
|--|---|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Geometry                                   |   | Section properties                |                                   |
| $h = 160 \text{ mm}$                       |  | Axis y                            | Axis z                            |
| $b = 74 \text{ mm}$                        |   | $I_y = 9.34E+6 \text{ mm}^4$      | $I_z = 5.46E+5 \text{ mm}^4$      |
| $t_f = 9.5 \text{ mm}$                     |   | $W_{y1} = 1.17E+5 \text{ mm}^3$   | $W_{z1} = 1.48E+4 \text{ mm}^3$   |
| $t_w = 6.3 \text{ mm}$                     |   | $W_{y,pl} = 1.36E+5 \text{ mm}^3$ | $W_{z,pl} = 2.43E+4 \text{ mm}^3$ |
| $r_1 = 6.3 \text{ mm}$                     |   | $i_y = 64 \text{ mm}$             | $i_z = 15.5 \text{ mm}$           |
| $r_2 = 3.8 \text{ mm}$                     |   | $S_y = 6.79E+4 \text{ mm}^3$      | $S_z = 1.22E+4 \text{ mm}^3$      |
| $y_s = 37 \text{ mm}$                      |   | <b>Warping and buckling</b>       |                                   |
| $d = 125.7 \text{ mm}$                     | $G = 17.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$   | $I_w = 2.97E+9 \text{ mm}^6$      | $I_t = 6.58E+4 \text{ mm}^4$      |
| $A_L = 0.57 \text{ m}^2\cdot\text{m}^{-1}$ | $A = 2280 \text{ mm}^2$   | $i_w = 17.3 \text{ mm}$           | $i_{pc} = 65.8 \text{ mm}$        |

Slika 13 Karakteristike B nosača [6]



Slika 14 Proračunski model B nosača

### 2.4.2.1. Kontrola čvrstoće

Maksimalno naprezanje računa se prema izrazu:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y}, \quad (17)$$

pri čemu maksimalni moment savijanja iznosi

$$M_{\max} = 10687500 \text{ Nmm}, \quad (18)$$

dok je vrijednost momenta otpora presjeka korištenog IPE 160 nosača

$$W_y = 1,17 \cdot 10^5 \text{ mm}^3. \quad (19)$$

Uvrštavanjem u izraz za maksimalno naprezanje dobivamo:

$$\sigma_{\max} = \frac{10687500}{1,17 \cdot 10^5}, \quad (20)$$

$$\sigma_{\max} \approx 92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (21)$$

Maksimalno naprezanje manje je od dopuštenog:

$$\sigma_{\max} \approx 92 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (22)$$

### 2.4.2.2. Kontrola krutosti

Vrijednost dopuštenog progiba računa se prema izrazu:

$$w_{\text{dop}} = \frac{L}{600}, \quad (23)$$

pri čemu je L dužina nosača.

Dozvoljena vrijednost progiba za ovaj slučaj iznosi:

$$w_{\text{dop}} = \frac{2850}{600}, \quad (24)$$

$$w_{\text{dop}} = 4,75 \text{ mm}. \quad (25)$$

Stvarni progib računa se prema izrazu:

$$w_{\max} = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y} \quad (26)$$

Uvrštavanjem vrijednosti dobiva se stvarni progib:

$$w_{\max} = \frac{15000 \cdot 2850^3}{48 \cdot 210000 \cdot 9,34 \cdot 10^6}, \quad (27)$$

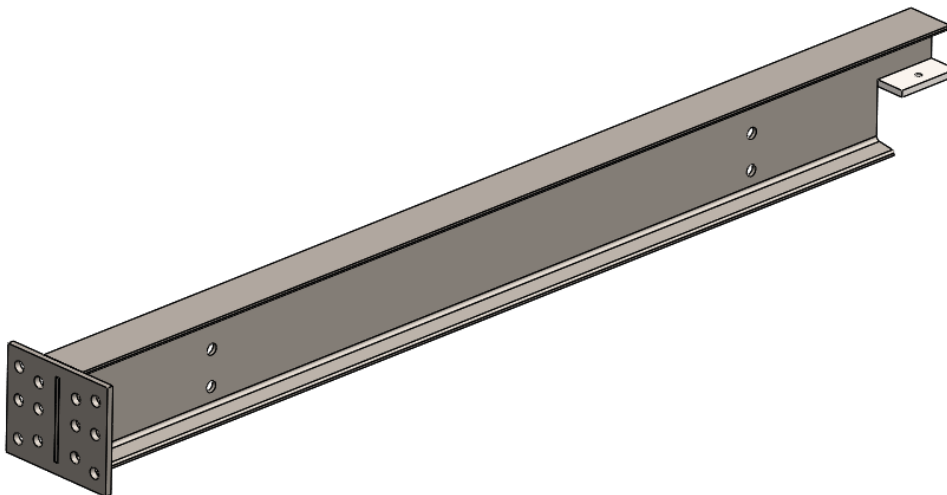
$$w_{\max} \approx 3,7 \text{ mm}. \quad (28)$$

Maksimalni progib manji je od dopuštenog:

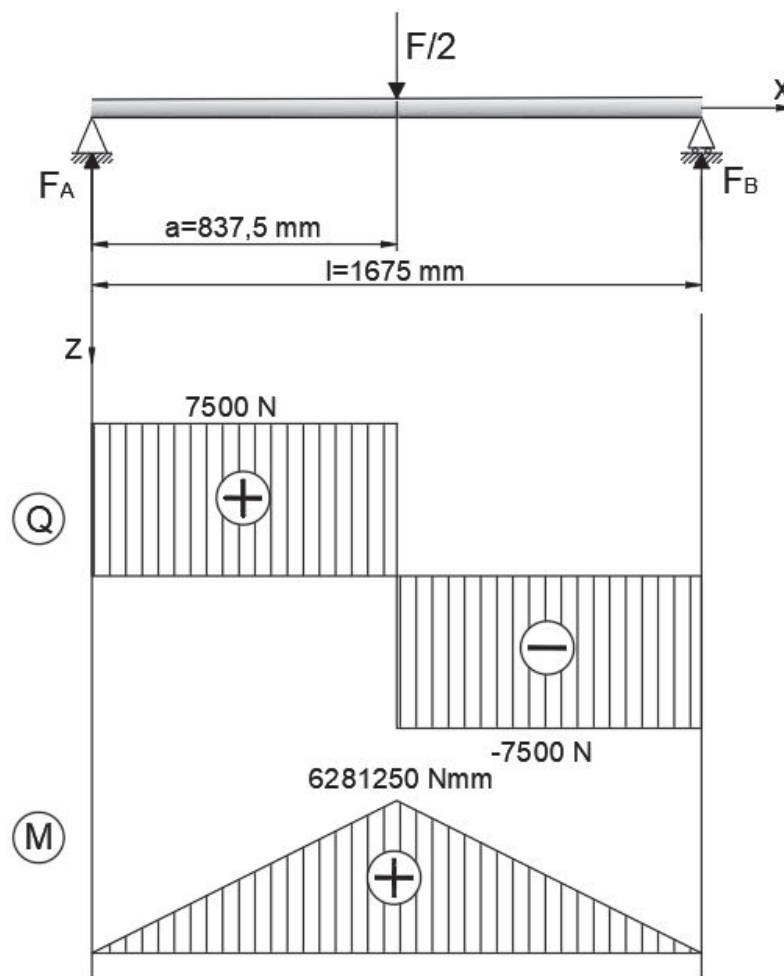
$$w_{\max} \approx 3,7 \text{ mm} \leq w_{\text{dop}} = 4,75 \text{ mm}. \quad (29)$$

### 2.4.3. Kontrola C nosača

Iako je C nosač prilikom rada u formi konzole, za vrijeme maksimalnog opterećenja (navoženje traktora) na slobodnom kraju je oslonjen na utovarnu rampu, te ga možemo razmatrati kao gredu na dva oslonca. Izrađen je od IPN 160 profila čije se karakteristike nalaze na Slici 13. Na jednom kraju nosača nalazi se pločica za spajanje na A nosač, dok je na drugom kraju formiran oslonac na rampu.



Slika 15 C nosač



Slika 16 Proračunski model C nosača

#### 2.4.3.1. Kontrola čvrstoće

Maksimalno naprezanje računa se prema izrazu:

$$\sigma_{\max} = \frac{M_{\max}}{W_y}, \quad (30)$$

pri čemu maksimalni moment savijanja iznosi

$$M_{\max} = 6281250 \text{ Nmm}, \quad (31)$$

dok je vrijednost momenta otpora presjeka korištenog IPE 160 nosača

$$W_y = 1,17 \cdot 10^5 \text{ mm}^3. \quad (32)$$

Uvrštavanjem u izraz za maksimalno naprezanje dobivamo:

$$\sigma_{\max} = \frac{6281250}{1,17 \cdot 10^5}, \quad (33)$$

$$\sigma_{\max} \approx 54 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (34)$$

Maksimalno naprezanje manje je od dopuštenog:

$$\sigma_{\max} \approx 54 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (35)$$

#### 2.4.3.2. Kontrola krutosti

Vrijednost dopuštenog progiba računa se prema izrazu:

$$w_{\text{dop}} = \frac{L}{600}, \quad (36)$$

pri čemu je L dužina nosača.

Dozvoljena vrijednost progiba za ovaj slučaj iznosi:

$$w_{\text{dop}} = \frac{1675}{600}, \quad (37)$$

$$w_{\text{dop}} = 2,79 \text{ mm} \quad (38)$$

Stvarni progib računa se prema izrazu:

$$w_{\max} = \frac{F \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I_y}. \quad (39)$$

Uvrštavanjem vrijednosti dobiva se stvarni progib:

$$w_{\max} = \frac{15000 \cdot 1675^3}{48 \cdot 210000 \cdot 9,34 \cdot 10^6}, \quad (40)$$

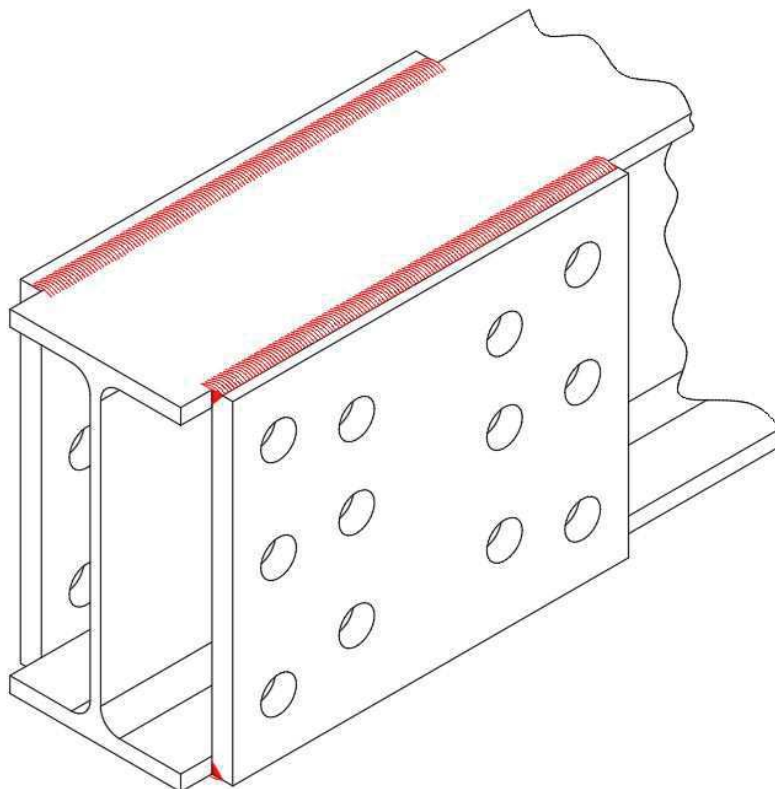
$$w_{\max} = 0,75 \text{ mm}. \quad (41)$$

Maksimalni progib manji je od dopuštenog:

$$w_{\max} = 0,75 \text{ mm} \leq w_{\text{dop}} = 2,79 \text{ mm}. \quad (42)$$

#### 2.4.4. Kontrola zavora A nosača i prirubne pločice

Prirubna pločica zavarena je na bočnu stranu A nosača i služi za spajanje sa B i C nosačem.



Slika 17 Prirubna pločica A nosača

Dimenzije zavora dane su na slici u nastavku.



Slika 18 Zavar pločice A nosača



Moment inercije zavora računa se prema formuli:

$$I_{y \text{ zav}} = \frac{b \cdot h^3}{12} - \frac{b_1 \cdot h_1^3}{12} \quad (43)$$

$$I_{y \text{ zav}} = \frac{190 \cdot 160^3}{12} - \frac{190 \cdot 146^3}{12} \quad (44)$$

$$I_{y \text{ zav}} = 15577846,66 \text{ mm}^4 \quad (45)$$

Moment otpora presjeka zavora za konkretan slučaj iznosi:

$$W_{y \text{ zav}} = \frac{I_{y \text{ zav}}}{80} \quad (46)$$

$$W_{y \text{ zav}} = \frac{15577846,66}{80} = 194723 \text{ mm}^3. \quad (47)$$

Normalno naprezanje u zavaru iznosi:

$$\sigma_{y \text{ zav}} = \frac{M}{W_{y \text{ zav}}} \quad (48)$$

$$\sigma_{y \text{ zav}} = \frac{25125000}{194723} \quad (49)$$

$$\sigma_{y \text{ zav}} = 129 \text{ N/mm}^2. \quad (50)$$

Kod proračuna tangencijalnog naprezanja zavora uzimaju se u obzir samo površine paralelne s opterećenjem, ali u ovom slučaju su obadvije površine okomite na smjer opterećenja pa će se napraviti iznimka i uzeti ih u proračun.

Tangencijalno naprezanje u zavaru iznosi:

$$\tau_{y \text{ zav}} = \frac{F}{A_{\text{zav}}} \quad (51)$$

$$\tau_{y \text{ zav}} = \frac{15000}{2 \cdot 7 \cdot 190} \quad (52)$$

$$\tau_{y \text{ zav}} \approx 6 \text{ N/mm}^2. \quad (53)$$

Reducirajuće naprežanje u zavaru iznosi:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{y \text{ zav}}^2 + 3 \cdot \tau_{y \text{ zav}}^2} \quad (54)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{129^2 + 3 \cdot 6^2} \approx 130 \text{ N/mm}^2. \quad (55)$$

Dopušteno naprežanje za pogonsku grupu B1 i zarezno djelovanje K0 prema [7] (str 51., tabl 1.18) iznosi:

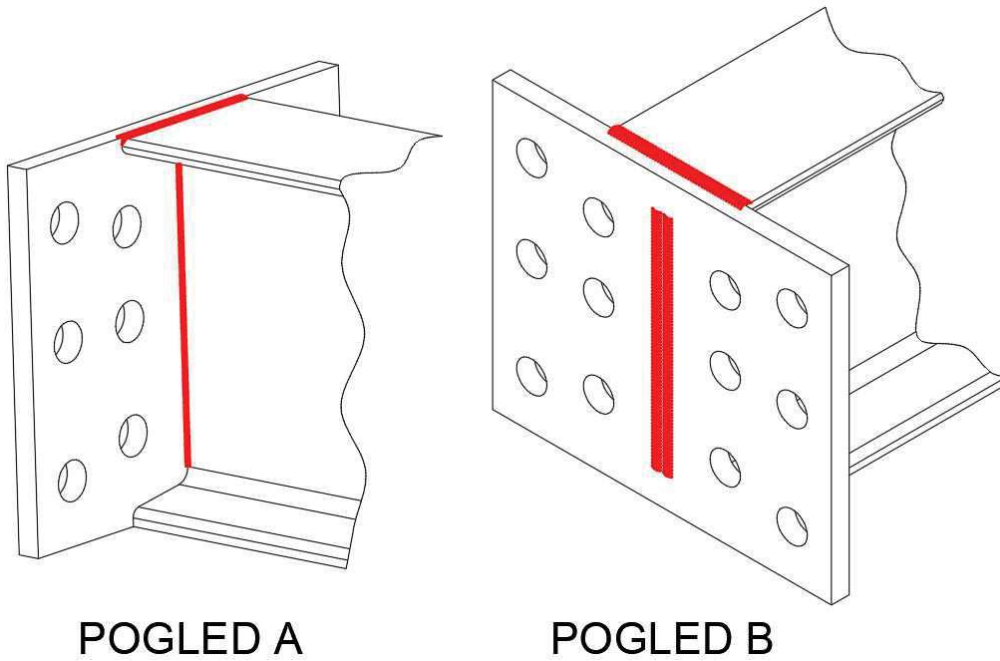
$$\sigma_{\text{dop}} = 270 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}. \quad (56)$$

Iz čega slijedi:

$$\sigma_{\text{red}} \approx 130/\text{mm}^2 \leq \sigma_{\text{dop}} = 270 \text{ N/mm}^2. \quad (57)$$

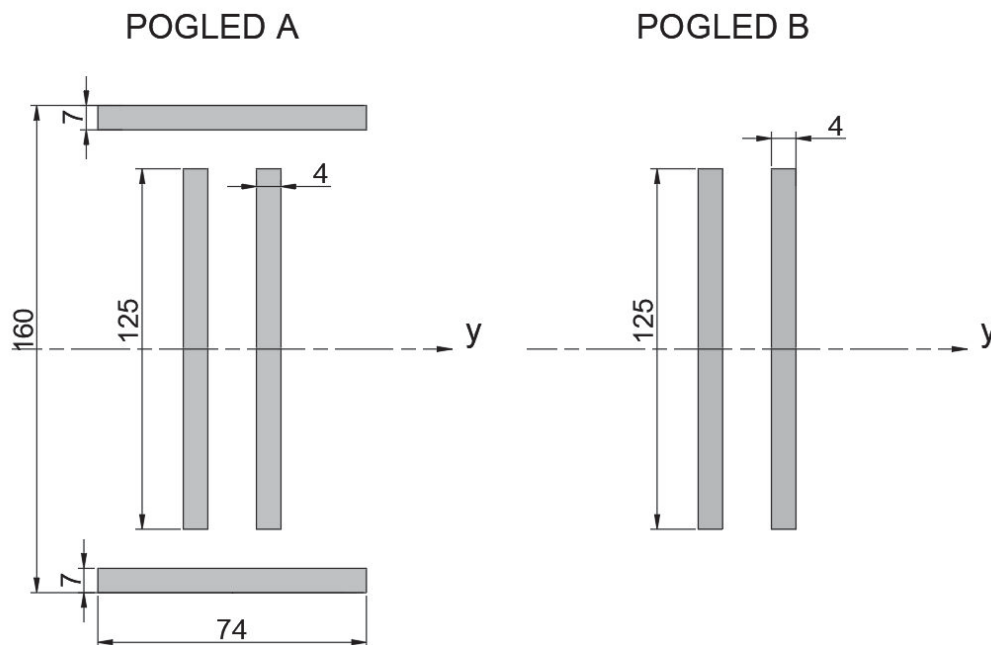
### 2.4.5. Kontrola zavora C nosača i prirubne pločice

Pločica je čelono zavarena na IPN 160 profil C nosača prema slici u nastavku.



Slika 19 Pločica C nosača

Dimenzije zavora dane su na slici u nastavku.



Slika 20 Zavar pločice C nosača

Moment inercije presjeka zavora za dimenzije prema slici iznosi:

$$I_{y \text{ zav}} = 4 \cdot \frac{4 \cdot 125^3}{12} + 2 \cdot \left( \frac{74 \cdot 7^3}{12} + 76,5^2 \cdot 7 \cdot 74 \right) \quad (58)$$

$$I_{y \text{ zav}} = 8671327,93 \text{ mm}^4. \quad (59)$$

Moment otpora za konkretni presjek iznosi:

$$W_{y \text{ zav}} = \frac{I_{y \text{ zav}}}{80} \quad (60)$$

$$W_{y \text{ zav}} = \frac{8671327,93}{80} = 108391,6 \text{ mm}^3. \quad (61)$$

Normalno naprezanje u zavaru iznosi:

$$\sigma_{y \text{ zav}} = \frac{M}{W_{y \text{ zav}}} \quad (62)$$

$$\sigma_{y \text{ zav}} = \frac{25125000}{108391,6} \quad (63)$$

$$\sigma_{y \text{ zav}} \approx 232 \text{ N/mm}^2. \quad (64)$$

Tangencijalno naprezanje (uz uzimanje u obzir samo površina paralelnih sa opterećenjem) iznosi:

$$\tau_{y \text{ zav}} = \frac{F}{A_{\text{zav}}} \quad (65)$$

$$\tau_{y \text{ zav}} = \frac{15000}{4 \cdot 4 \cdot 125} \quad (66)$$

$$\tau_{y \text{ zav}} \approx 7 \text{ N/mm}^2. \quad (67)$$

Reducirajuće naprezanje u zavaru iznosi:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma_{y \text{ zav}}^2 + 3 \cdot \tau_{y \text{ zav}}^2} \quad (68)$$

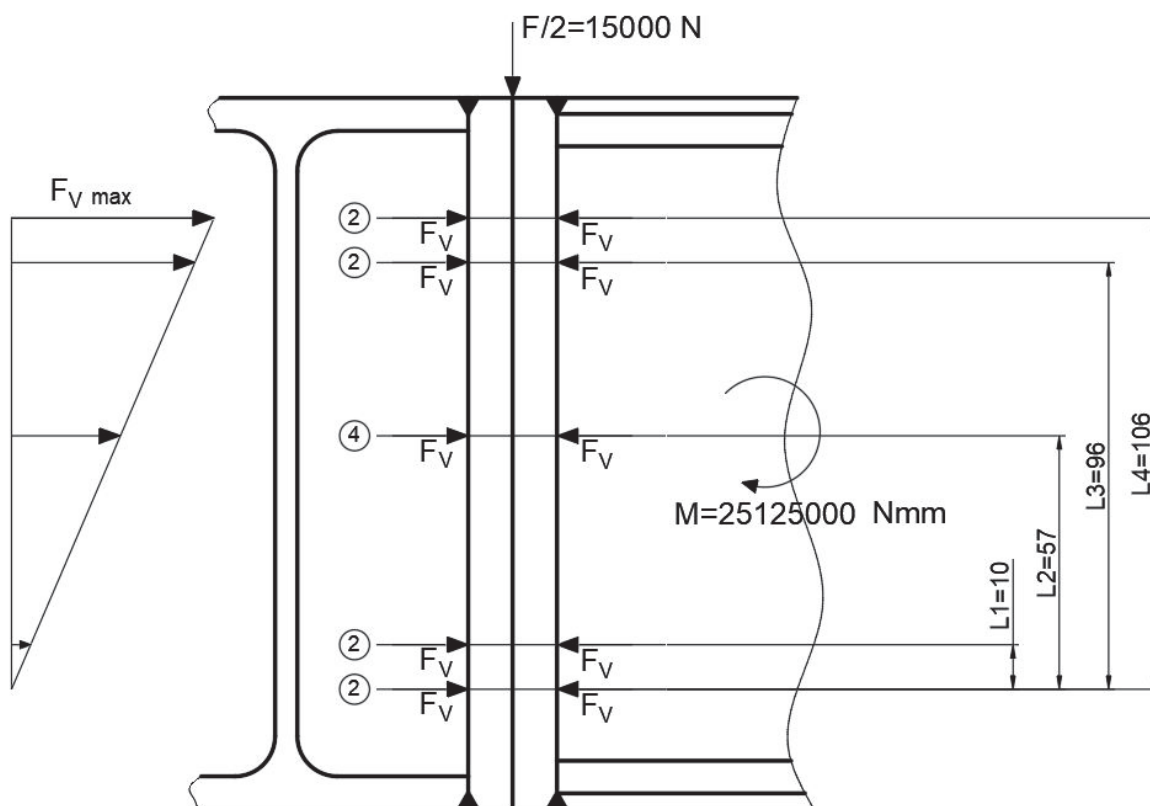
$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{232^2 + 3 \cdot 7^2} \approx 232 \text{ N/mm}^2, \quad (69)$$

što je manje od dopuštenog:

$$\sigma_{\text{red}} \approx 232 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{dop}} = 270 \text{ N/mm}^2. \quad (70)$$

Na B nosaču nalaze se identične pločice, sa manjim iznosom opterećenja pa ih nema potrebe posebno proračunavati.

#### 2.4.6. Proračun vijčanog spoja A i C nosača



Slika 21 Vijčani spoj A i C nosača

Vijčani spoj opterećen je poprečnom silom  $F$  u iznosu  $F=15000$  N i momentom savijanja u iznosu  $M=25125000$ Nmm.

Uz uvjet prenošenja sile isključivo trenjem, vrijednošću faktora trenja čelik/čelik  $\mu=0,1$  i spoja sa  $n=12$  vijaka, potrebna sila u jednom vijku iznosi:

$$F_{vij1} = \frac{F}{n \cdot \mu} \quad (71)$$

$$F_{vij1} = \frac{15000}{12 \cdot 0,1} = 12500 \text{ N.} \quad (72)$$

Maksimalna sila u vijku uslijed opterećenja momentom računa se prema izrazu:

$$F_{vij2} = F_{s \max} = \frac{M_{\max} + x_{\max}}{2 \cdot L_1^2 + 4 \cdot L_2^2 + 2 \cdot L_3^2 + 2 \cdot L_4^2}, \quad (73)$$

pri čemu se uz dimenzije prema slici dobiva vrijednost maksimalne sile:

$$F_{vij2} = \frac{25125000 \cdot 106}{2 \cdot 10^2 + 4 \cdot 57^2 + 2 \cdot 96^2 + 2 \cdot 106^2} = 49228,3 \text{ N.} \quad (74)$$

Ukupna sila u vijku iznosi:

$$F_{vij} = F_{vij1} + F_{vij2} \quad (75)$$

$$F_{vij} = 12500 + 49228,3 = 61728,3 \text{ N.} \quad (76)$$

Za vijak M16, razreda kvalitete 8.8 dopušteno naprezanje iznosi:

$$\sigma_{dop} = 0,8 \cdot \sigma_T = 0,8 \cdot 800 \cdot 0,8 = 512 \text{ N/mm}^2. \quad (77)$$

Vlačno naprezanje u vijku iznosi:

$$\sigma = \frac{F_{vij}}{A_s} = \frac{61728,3}{157} \approx 393 \text{ N/mm}^2, \quad (78)$$

što je manje od dopuštenog:

$$\sigma \approx 393 \text{ N/mm}^2 \leq \sigma_{\text{dop}} = 512 \text{ N/mm}^2 . \quad (79)$$

#### 2.4.6.1. Moment pritezanja vijka

Za ostvarivanje uzdužne sile (76) u M16 vijku potreban je minimalni moment pritezanja prema:

$$T = F_{\text{vij}} \cdot \tan(\rho + \alpha) \cdot \frac{d_2}{2}. \quad (80)$$

Pri čemu je:

$$\tan(\alpha) = \frac{P}{d_2 \cdot \pi} = \frac{2}{14,701 \cdot \pi} = 0,043305 \rightarrow \alpha = 2,48^\circ \quad (81)$$

$$\tan(\rho) = \frac{\mu}{\cos(\beta)} = \frac{0,1}{\cos(15^\circ)} = 0,103528 \rightarrow \rho = 5,91^\circ \quad (82)$$

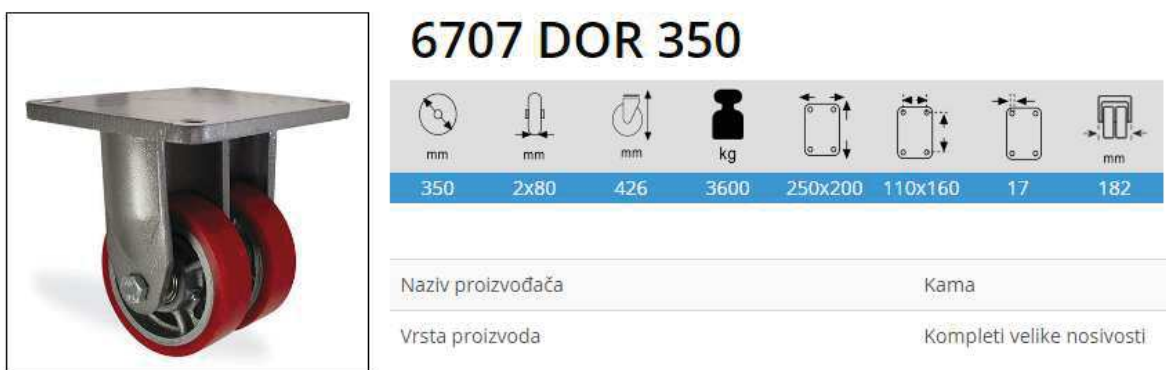
$$T_{\text{vij}} = 61728,3 \cdot \tan(5,91^\circ + 2,48^\circ) \cdot \frac{14,701}{2} \approx 67 \text{ Nm}. \quad (83)$$

### 2.4.7. Odabir kotača

Okretni dio rotacijske platforme na podnicu oslanja se preko 4 sklopa sa po 2 kotača. Ukupno opterećenje sklopa kotača uslijed mase tereta i konstrukcije tada iznosi:

$$m_{\text{opt kot}} = \frac{m_{\text{ter}} + m_{\text{konst}}}{4} = \frac{12000 + 1200}{4} = 330 \text{ kg} . \quad (84)$$

Odabran je sklop kotača tvrtke Sinkro d.o.o. prema slici u nastavku.



Slika 22 Kotač [8]

Radi mirnijeg rada i smanjenja buke odabran je kotač s gumenom oblogom.

### 2.4.8. Bočne vodilice

Bočno vođenje ostvaruje se pomoću bočnih vodilica na unutarnjim stranama tračnice. Nosač vodilice izrađen je od kvadratne cijevi 80x80x3, te je vijcima pričvršćen na B nosač.

Podešavanje vođenja vrši se pomicanje osovine s kotačom u utoru, te pritezanjem u najpovoljnijem položaju.

Odabrani je kotač s gumenom oblogom i ugrađenim ležajom tvrtke Sinkro d.o.o prema slici u nastavku.



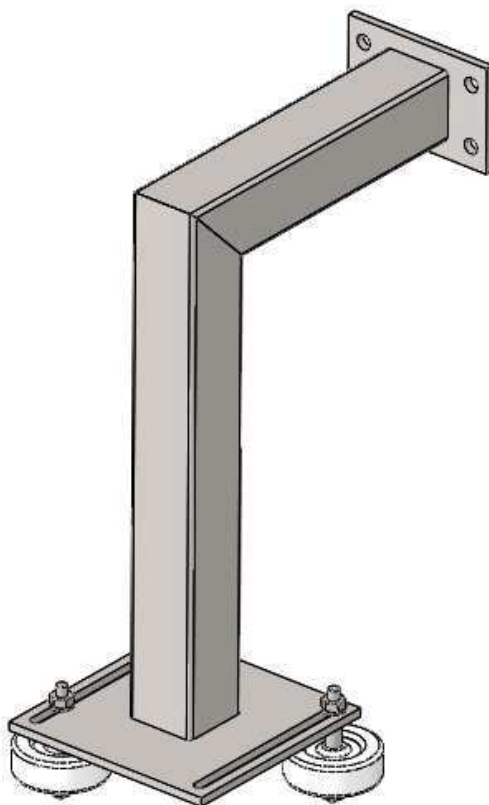
[← Povratak](#)

## 100x35 DOR

|  |  |  |  |   |
|--|--|--|--|---|
|  mm |  mm |  kg |  mm |  kg |
| 100  | 35   | 450  | 15   | 1025  |

|                      |                 |
|----------------------|-----------------|
| Naziv proizvođača    | Kamä            |
| Vrsta proizvoda      | Kotači - mekani |
| Otpornost na toplinu | -20             |

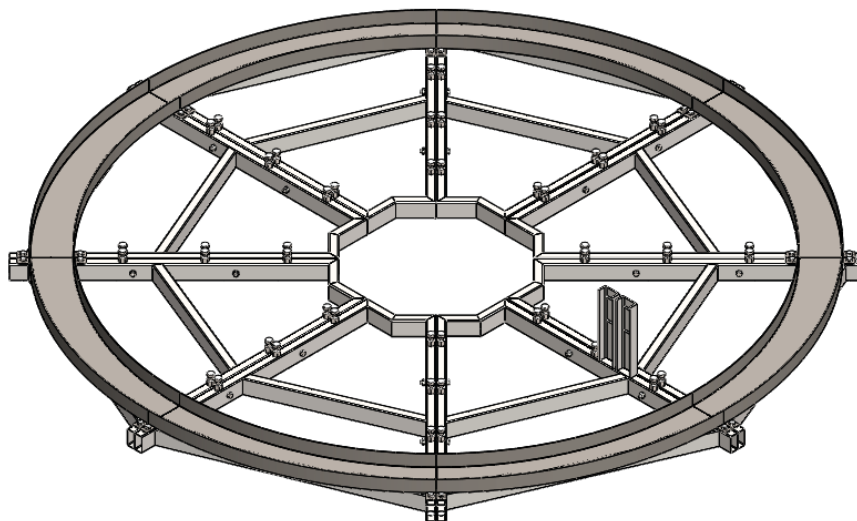
Slika 23 Kotač vodilice [8]



Slika 24 Vodilica

### 2.4.9. Podnica

Podnica se sastoji od 8 segmenata međusobno povezanih vijcima. Segmenti su izrađeni od kvadratnih cijevi 100x50x3,5. Svaki segment na sebi nosi tračnicu koja je na krajevima pričvršćena vijcima.



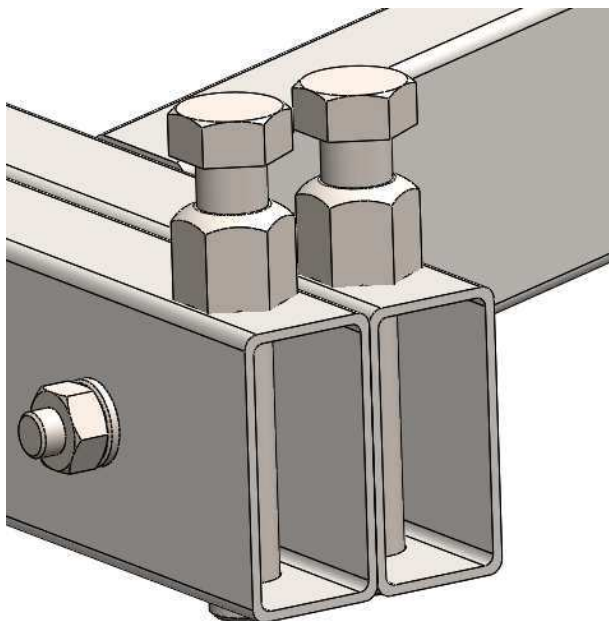
Slika 25 Podnica

Postavljanje u vodoravni položaj vrši se pomoću vijaka za niveliranje. Ukupno je postavljeno 48 komada M24 vijaka, te sila po jednom vijku iznosi:

$$F_{vij} = \frac{12000 \cdot 10}{48} = 2500 \text{ N.} \quad (85)$$

Smično naprezanje u zavaru matice na kvadratnu cijev iznosi:

$$\tau = \frac{F_{vij}}{d \cdot \pi \cdot a} = \frac{2500}{36 \cdot \pi \cdot 3} \approx 8 \text{ N/mm}^2. \quad (86)$$



**Slika 26** Vijak za niveliranje

Kompletna tehnička dokumentacija podnice dana je u prilogu.

#### **2.4.10. Gazna površina**

Gazna površina širine je 370 mm (razmak nosača). Prema [9] odabrana je podna rešetka Stabil, sa dimenzijama oka 33x33 mm. Noseći trak dimenzije je 30/3, dok je poprečni trak 10/2. Težina takve rešetke iznosi 28 kg/m<sup>2</sup>. Rešetka je vruće pocinčana. Za konstrukciju se pričvršćuje priključnicama, također odabranima iz kataloga [9].



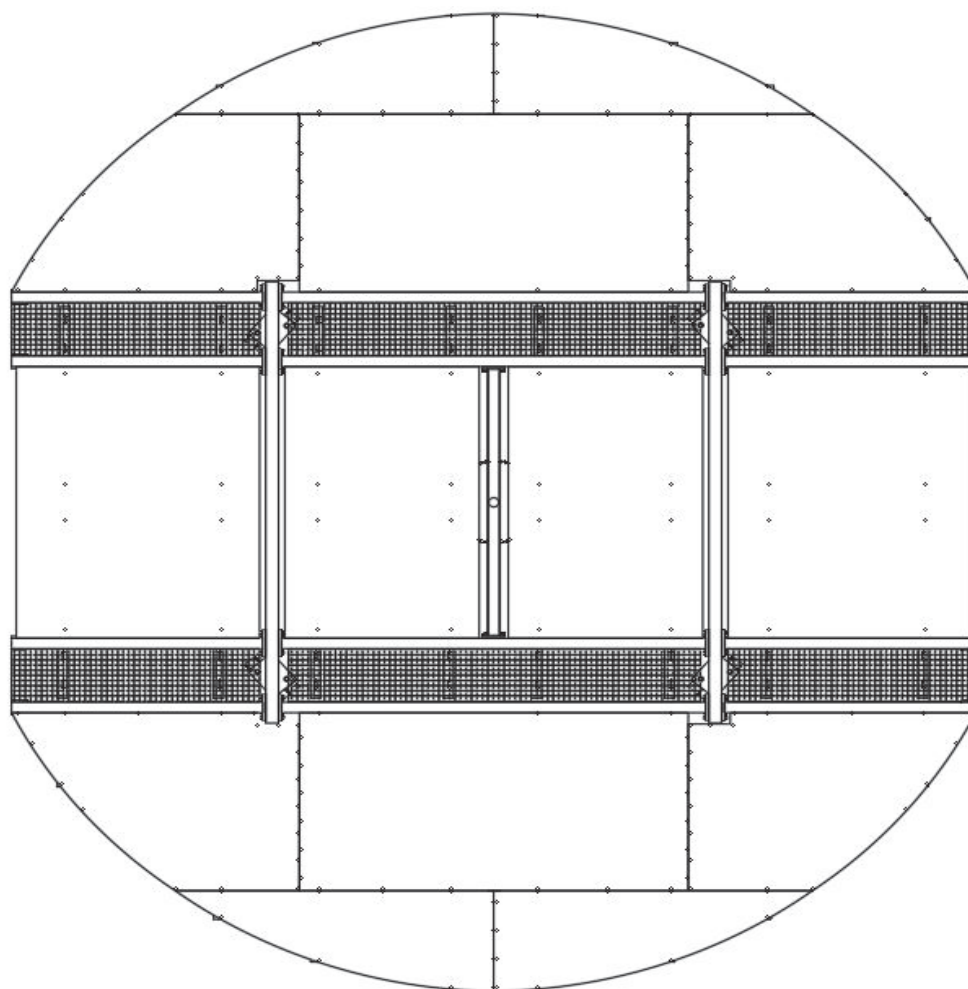
**Slika 27** Segment gazne površine

### 2.4.11. Oplata

Oplata ima svrhu omogućiti operateru hodanje po platformi prilikom navoženja traktora, svrhu zaštite od mogućih izvora opasnosti, te daje platformi kružnu formu.

Oplata je izrađena od vodootporne blažujke debljine 10 mm. Ploče blažujke vijcima se pričvršćuju na aluminijski okvir, te tako tvore segmente.

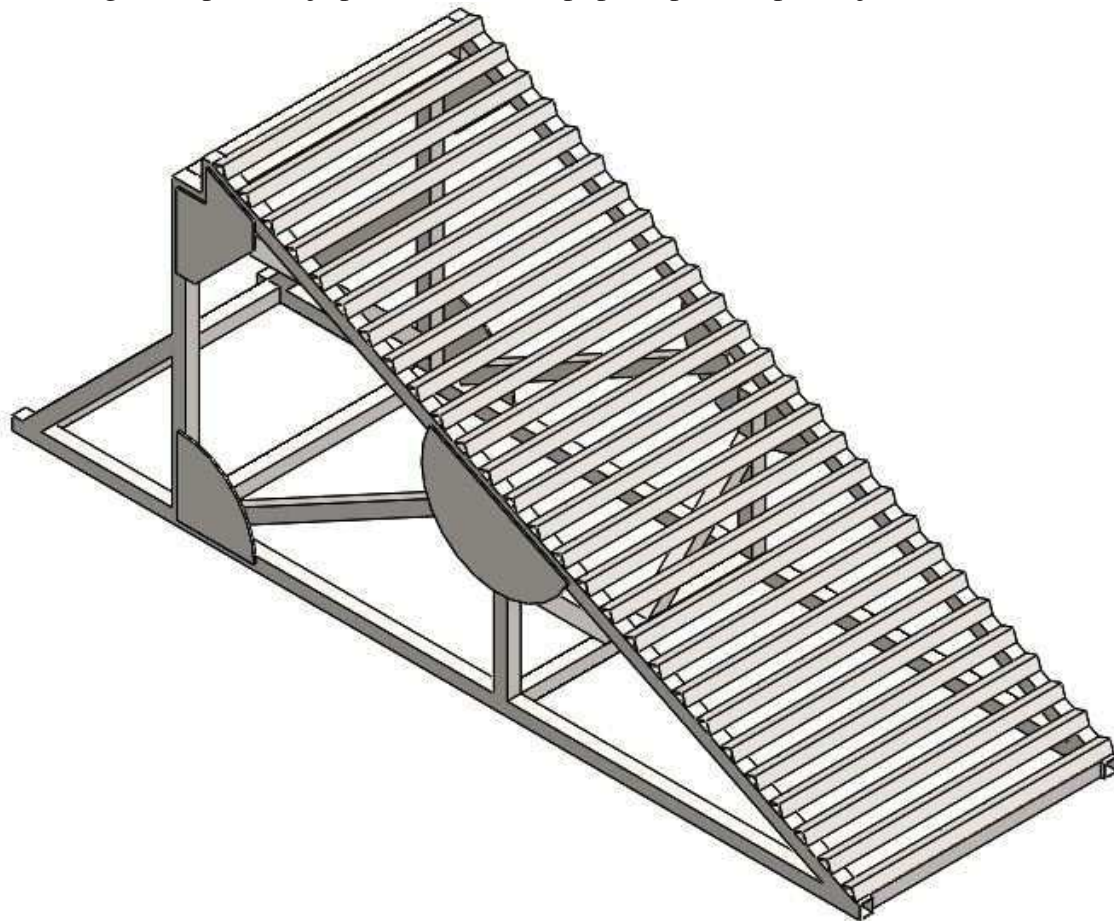
Pri konstrukciji segmenata vodilo se računa o maksimalnoj iskoristivosti pojedinih ploča blažujke u dimenzijama 2500 x 1250 mm. Po obodu se postavlja cerada.



Slika 28 Segmenti oplate

### 2.4.12. Pristupna rampa

Pristupna rampa koristi se pri navoženju traktora na platformu. Konstruirana je kao rešetkasti nosač. Okretna platforma se preko formiranih oslonaca na C nosačima osloni na nju, te se tako onemogućava prevrtanje platforme. Koncept pristupne rampe dat je na slici u nastavku.



Slika 29 Koncept pristupne rampe

## 2.5. Proračun elemenata pogonskog mehanizma vrtnje

### 2.5.1. Proračun elektromotora

#### 2.5.1.1. Izračun dinamičkog momenta inercije pokretnih dijelova

U pokretne dijelove ubrajamo konstrukciju i teret. Dinamički moment inercije konstrukcije okretnog dijela razmatramo kao kružnu ploču:

$$J_1 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot r^2, \quad (87)$$

što iznosi

$$J_1 = \frac{1}{2} \cdot 1200 \cdot 3,5^2 = 7350 \text{ kgm}^2. \quad (88)$$

Teret na platformi (traktor) razmatramo kao kocku, sa gabaritnim dimenzijama traktora:

$$J_2 = \frac{1}{12} \cdot m \cdot (a^2 + b^2), \quad (89)$$

pri čemu su  $a = 5,8$  m i  $b = 3$  m dužina i visina traktora, te dinamički moment inercije iznosi:

$$J_2 = 42640 \text{ kgm}^2. \quad (90)$$

Ukupni dinamički moment inercije za pokretanje iznosi:

$$J_{\text{uk}} = J_1 + J_2 = 7350 + 42640 = 49990 \text{ kgm}^2 \quad (91)$$

#### 2.5.1.2. Izračun potrebnog momenta i snage za pokretanje

Potrebni moment pokretanja računa se prema izrazu:

$$M_{\text{pok}} = \varepsilon \cdot \frac{J_{\text{uk}}}{i^2}. \quad (92)$$

Kutno ubrzanje uz maksimalno ubrzanje od  $a_{\text{max}} = 0,6 \text{ m/s}^2$  i radijus platforme od  $r = 3,5$  m iznosi:

$$\varepsilon = \frac{a_{\text{max}}}{r} = \frac{0,6}{3,5} = 0,171429 \text{ m/s}^2. \quad (93)$$

Uz izračunato kutno ubrzanje i dinamički moment inercije, te planirani prijenosni omjer  $i = 4,7$  potrebni moment za pokretanje iznosi:

$$M_{\text{pok}} = 0,171429 \cdot \frac{49990}{4,7^2} = 388 \text{ Nm} . \quad (94)$$

Potrebna nazivna snaga elektromotora računa se prema izrazu:

$$P_n = \frac{M_{\text{pok}} \cdot \omega}{\eta} . \quad (95)$$

Kutna brzina za  $n = 4,7$  okr/min iznosi:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{\pi \cdot 4,7}{30} = 0,492 \text{ rad/s} . \quad (96)$$

Uz prethodno izračunate veličine i faktor korisnosti od  $\eta = 0,9$  potrebna je nazivna snaga:

$$P_n = \frac{388 \cdot 0,492}{0,9} = 212,1 \text{ W} . \quad (97)$$

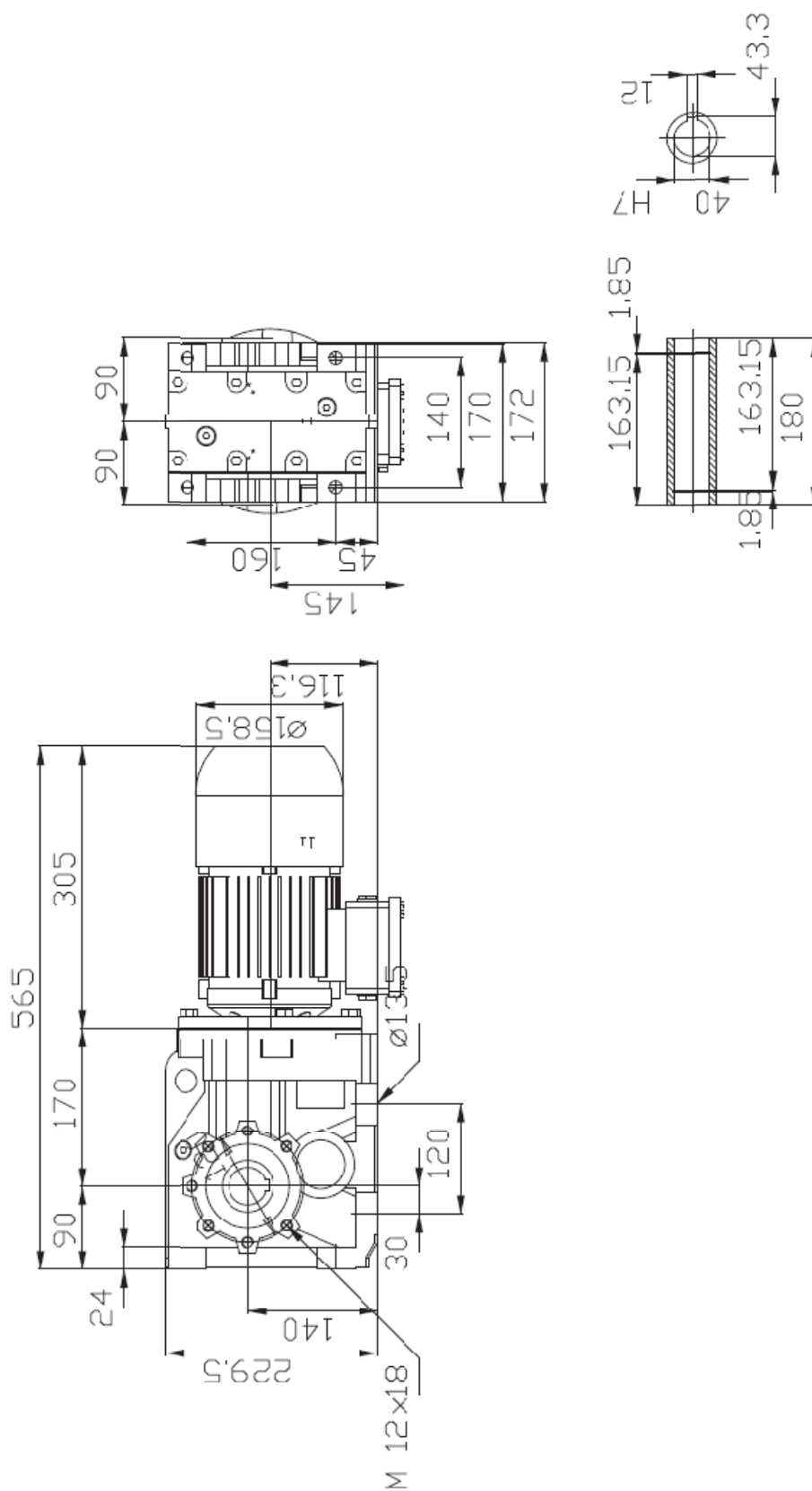
### 2.5.1.3. Odabir elektromotora

Prema prethodno izračunatim potrebnim karakteristikama motora, izabran je elektromotor sa reduktorom tvrtke WattDrive oznake **KH 063 – 11N – 80 – 06E –TH – TF – BR10**, sa specifikacijama u Tablici 1.

**Tablica 1** Specifikacije motora

|                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Nazivna snaga                         | $P_n=370 \text{ W}$                 |
| Broj okretaja na izlazu iz motora     | $n_m=920 \text{ okr/min}$           |
| Okretni moment na izlazu iz motora    | $M_m=3,8 \text{ Nm}$                |
| Broj okretaja na izlazu reduktora     | $n=4,7 \text{ okr/min}$             |
| Okretni moment na izlazu iz reduktora | $M=760 \text{ Nm}$                  |
| Moment inercije motora i reduktora    | $J=1,9 \cdot 10^{-3} \text{ kgm}^2$ |
| Ukupna masa                           | $m=38,1 \text{ kg}$                 |

Ostale karakteristike dane su u prilogu.



Slika 30 Dimenzije motora prema [10]



## 2.5.2. Proračun lančanog prijenosa

### 2.5.2.1. Prijenosni omjer

Traženi prijenosni omjer iznosi:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{4,7}{1} = 4,7 . \quad (98)$$

Stvarni prijenosni omjer definiran je odabranim brojem zubaca  $i$  iznosi:

$$i = \frac{z_2}{z_1} = \frac{71}{15} = 4,73 , \quad (99)$$

pri čemu je stvarni broj okretaja gonjenog lančanika:

$$n_2 = \frac{n_1}{i} = \frac{4,7}{4,73} = 0,993 \text{ okr/min} . \quad (100)$$

### 2.5.2.2. Udarna snaga

Udarna snaga računa se prema izrazu u nastavku.

$$P_D = \frac{P}{m \cdot k} \quad (101)$$

Gdje su:

$P$  – snaga koju treba prenijeti lancem [kW],

$m$  – faktor nošenja lanca (za trostruki lanac  $m=2,55$ ),

$k$  – faktor snage

| Faktor udara | Broj zubaca $z$ , malog lančanika |        |        |        |      |      |      |      |      |      |
|--------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|------|------|
|              | 13                                | 15     | 17     | 19     | 21   | 23   | 25   | 38   | 45   | 57   |
| 1            | (0,66)                            | 0,78   | 0,89   | 1      | 1,11 | 1,23 | 1,35 | 2,11 | 2,54 | 3,28 |
| 1,5          | (0,53)                            | 0,62   | 0,71   | 0,80   | 0,89 | 0,98 | 1,08 | 1,69 | 2,03 | 2,62 |
| 2            | (0,49)                            | 0,57   | 0,65   | 0,73   | 0,81 | 0,90 | 0,98 | 1,54 | 1,85 | 2,39 |
| 3            | (0,42)                            | (0,49) | 0,56   | 0,63   | 0,70 | 0,77 | 0,85 | 1,33 | 1,60 | 2,06 |
| 4            | (0,39)                            | (0,45) | (0,51) | 0,58   | 0,65 | 0,71 | 0,78 | 1,23 | 1,47 | 1,80 |
| 5            | (0,35)                            | (0,41) | (0,47) | (0,53) | 0,59 | 0,65 | 0,72 | 1,12 | 1,35 | 1,74 |

Slika 31 Faktor snage [7]

Uz uvrštavanje veličina, udarna snaga iznosi:

$$P_D = \frac{0,25}{2,55 \cdot 0,57} = 0,17 \text{ kW} . \quad (102)$$

## 2.5.2.3. Broj članaka

Uz odabrani korak lanca  $p = 25,4$  mm, i izračunati približni osni razmak prema [11]:

$$a' \leq 50 \cdot p \quad (103)$$

$$a' \leq 50 \cdot p = 50 \cdot 25,4 = 1270 \text{ mm} \quad (104)$$

broj članaka iznosi

$$X = 2 \cdot \frac{a'}{p} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \left( \frac{z_2 - z_1}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{p}{a'} \quad (105)$$

$$X = 2 \cdot \frac{1270}{25,4} + \frac{15 + 71}{2} + \left( \frac{71 - 15}{2 \cdot \pi} \right)^2 \cdot \frac{25,4}{1270} = 144,59 \quad (106)$$

Pošto broj članaka mora biti cijeli broj, zaokružujem ga na  $X = 145$ .

## 2.5.2.4. Duljina lanca

Ukupna duljina lanca iznosi:

$$L = p \cdot x \quad (107)$$

$$L = 25,4 \cdot 145 = 3683 \text{ mm.} \quad (108)$$

## 2.5.2.5. Osni razmak

Osni razmak računa se prema relaciji:

$$a = \frac{p}{8} \cdot \left( 2X - z_1 - z_2 + \sqrt{(2X - z_1 - z_2)^2 - f(z_2 - z_1)^2} \right). \quad (109)$$

Uz proračunski faktor  $f$  prema slici,

| $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    | $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    | $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    | $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    | $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    | $\frac{X - z_1}{z_2 - z_1}$ | $f$    |
|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|-----------------------------|--------|
| 12                          | 0,8106 | 4                           | 0,8110 | 2,3                         | 0,8127 | 1,37                        | 0,8215 | 1,25                        | 0,8270 | 1,13                        | 0,8372 |
| 11                          | 0,8106 | 3,8                         | 0,8111 | 2,2                         | 0,8130 | 1,36                        | 0,8219 | 1,24                        | 0,8276 | 1,12                        | 0,8387 |
| 10                          | 0,8107 | 3,6                         | 0,8112 | 2,1                         | 0,8134 | 1,35                        | 0,8222 | 1,23                        | 0,8282 | 1,11                        | 0,8405 |
| 9                           | 0,8107 | 3,4                         | 0,8113 | 2                           | 0,8138 | 1,34                        | 0,8226 | 1,22                        | 0,8289 | 1,1                         | 0,8425 |
| 8                           | 0,8107 | 3,2                         | 0,8114 | 1,9                         | 0,8143 | 1,33                        | 0,8230 | 1,21                        | 0,8295 | 1,09                        | 0,8448 |
| 7                           | 0,8108 | 3                           | 0,8115 | 1,8                         | 0,8150 | 1,32                        | 0,8234 | 1,2                         | 0,8302 | 1,08                        | 0,8474 |
| 6                           | 0,8108 | 2,9                         | 0,8116 | 1,7                         | 0,8158 | 1,31                        | 0,8238 | 1,19                        | 0,8310 | 1,07                        | 0,8503 |
| 5                           | 0,8109 | 2,8                         | 0,8118 | 1,6                         | 0,8170 | 1,3                         | 0,8243 | 1,18                        | 0,8318 | 1,06                        | 0,8537 |
| 4,8                         | 0,8109 | 2,7                         | 0,8119 | 1,5                         | 0,8185 | 1,29                        | 0,8248 | 1,17                        | 0,8326 | 1,058                       | 0,8544 |
| 4,6                         | 0,8109 | 2,6                         | 0,8121 | 1,4                         | 0,8207 | 1,28                        | 0,8253 | 1,16                        | 0,8336 | 1,056                       | 0,8551 |
| 4,4                         | 0,8110 | 2,5                         | 0,8123 | 1,39                        | 0,8209 | 1,27                        | 0,8258 | 1,15                        | 0,8346 | 1,054                       | 0,8559 |
| 4,2                         | 0,8110 | 2,4                         | 0,8125 | 1,38                        | 0,8212 | 1,26                        | 0,8264 | 1,14                        | 0,8358 | 1,052                       | 0,8567 |

Slika 32 Proračunski faktor [7]

osni razmak iznosi

$$a = \frac{25,4}{8} \cdot \left( 145 - 15 - 71 + \sqrt{(2 \cdot 145 - 15 - 71)^2 - 0,8127(71 - 15)^2} \right) \quad (110)$$

$$a = 1275,25 \text{ mm.} \quad (111)$$

### 2.5.2.6. Odabir lanca

Prema [2], iz izračunate vrijednosti udarne snage i broja okretaja pogonskog lančanika odabire se lanac oznake: **16 B – 3 X 157 DIN 8187**.

| Broj lanca | Brzina vrtnje $n$ , ( $\text{min}^{-1}$ ) |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|            | 1   | 4    | 10   | 25   | 50   | 100  | 125  | 160  | 250  | 400  | 630  | 800  | 1000 | 1250 | 1600 | 2000 | 2500 | 3150 | 4000 |
| 03         |   |      |      |      |      |      |      |      |      | 0,09 | 0,14 | 0,18 | 0,23 | 0,28 | 0,36 | 0,46 | 0,50 | 0,65 | 0,81 |
| 04         |   |      |      |      |      |      | 0,07 | 0,09 | 0,13 | 0,22 | 0,29 | 0,37 | 0,46 | 0,59 | 0,74 | 0,92 | 1,1  |      |      |
| 05 B       |   |      |      |      |      | 0,12 | 0,15 | 0,18 | 0,29 | 0,44 | 0,63 | 0,81 | 0,92 | 1,18 | 1,48 | 1,70 |      |      |      |
| 06 B       |   |      |      | 0,08 | 0,15 | 0,29 | 0,37 | 0,44 | 0,66 | 0,96 | 1,47 | 1,84 | 2,32 | 2,95 | 3,54 | 3,83 |      |      |      |
| 08 B       |   |      | 0,09 | 0,21 | 0,40 | 0,74 | 0,92 | 1,18 | 1,70 | 2,43 | 3,83 | 4,64 | 5,90 | 7,36 | 7,70 |      |      |      |      |
| 10 B       |   |      | 0,15 | 0,33 | 0,63 | 1,18 | 1,46 | 1,77 | 2,60 | 3,90 | 6,00 | 7,36 | 9,20 | 11,0 |      |      |      |      |      |
| 12 B       |   | 0,09 | 0,23 | 0,51 | 0,92 | 1,84 | 2,20 | 2,80 | 3,95 | 6,10 | 9,20 | 11,8 | 14,6 | 14,6 |      |      |      |      |      |
| 16 B       | 0,08                                      | 0,28 | 0,63 | 1,47 | 2,94 | 5,15 | 5,95 | 7,70 | 11,8 | 18,4 | 27,2 | 32,0 | 29,5 |      |      |      |      |      |      |
| 20 B       | 0,16                                      | 0,52 | 1,18 | 2,94 | 5,15 | 9,60 | 12,5 | 14,7 | 23,2 | 35,3 | 46,4 | 46,4 |      |      |      |      |      |      |      |
| 24 B       | 0,32                                      | 1,00 | 1,91 | 5,90 | 10,3 | 19,5 | 24,3 | 29,4 | 46,4 | 73,6 | 73,6 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 28 B       | 0,45                                      | 1,47 | 3,24 | 7,36 | 14,7 | 26,5 | 32,4 | 39,0 | 59,0 | 92,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 32 B       | 0,59                                      | 2,00 | 4,64 | 11,0 | 19,8 | 36,8 | 46,4 | 59,0 | 88,5 | 92,0 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 40 B       | 1,18                                      | 3,82 | 9,20 | 19,8 | 37,6 | 73,6 | 92,0 | 110  | 118  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Slika 33 Udarne snage lanca [7]

| Veličinski lanci (zrade za Evropu DIN 8167 <sup>1)</sup> (HRN.M.C1.020, 021 i 022) |    |                   |                        |                        |           |                        |                        |                        |                         |             |                        |                        |                         |             |                        |                        |                         |             |  |
|--|----|-------------------|------------------------|------------------------|-----------|------------------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------|--|
| Broj lanca<br>Red  |    | Jednostruki lanac |                        |                        |           |                        | Dvostruki lanac        |                        |                         |             | Trostruki lanac        |                        |                         |             |                        |                        |                         |             |  |
| l  | 2  | t<br>(mm)         | b <sub>1</sub><br>(mm) | d <sub>1</sub><br>(mm) | e<br>(mm) | g <sub>1</sub><br>(mm) | a <sub>1</sub><br>(mm) | F <sub>B</sub><br>(kN) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | q<br>(kg/m) | a <sub>2</sub><br>(mm) | F <sub>B</sub><br>(kN) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | q<br>(kg/m) | a <sub>2</sub><br>(mm) | F <sub>B</sub><br>(kN) | A<br>(cm <sup>2</sup> ) | q<br>(kg/m) |  |
| 05 B   | 03 | 5                 | 2,5                    | 3,2                    | —         | 4,1                    | 7,4                    | 2,0                    | 0,06                    | 0,08        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
|  | 04 | 6                 | 2,8                    | 4                      | —         | 5                      | 7,4                    | 3,0                    | 0,07                    | 0,12        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
| 06 B   | 05 | 8                 | 3                      | 5                      | 5,64      | 7,11                   | 8,6                    | 4,6                    | 0,11                    | 0,18        | 14,3                   | 8,0                    | 0,22                    | 0,36        | 19,9                   | 11,4                   | 0,33                    | 0,54        |  |
|  | 06 | 9,525             | 5,72                   | 6,35                   | 10,24     | 8,26                   | 13,5                   | 9,1                    | 0,28                    | 0,41        | 23,8                   | 17,3                   | 0,55                    | 0,78        | 34                     | 25,4                   | 0,83                    | 1,18        |  |
| 08 B   | 07 | 12,7              | 3,3                    | 7,75                   | —         | 9,91                   | 10,2                   | 8,2                    | 0,21                    | 0,28        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
|  | 08 | 12,7              | 2,38                   | 7,75                   | —         | 9,91                   | 8,2                    | 10,0                   | 0,16                    | 0,26        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
| 10 B   | 09 | 12,7              | 4,88                   | 7,75                   | —         | 10,3                   | 12,9                   | 12,0                   | 0,32                    | 0,42        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
|  | 10 | 12,7              | 4,88                   | 7,75                   | —         | 11,15                  | 14,8                   | 16,0                   | 0,35                    | 0,59        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
| 12 B   | 11 | 12,7              | 6,38                   | 7,77                   | —         | 9,91                   | 14                     | 6,8                    | 0,32                    | 0,38        | —                      | —                      | —                       | —           | —                      | —                      | —                       | —           |  |
|  | 12 | 12,7              | 7,75                   | 8,51                   | 13,92     | 11,81                  | 17                     | 18,2                   | 0,50                    | 0,70        | 31                     | 31,8                   | 1,00                    | 1,35        | 44,9                   | 45,4                   | 1,50                    | 2,0         |  |
| 16 B   | 15 | 15,875            | 9,65                   | 10,16                  | 16,59     | 14,73                  | 19,6                   | 22,7                   | 0,67                    | 0,95        | 36,2                   | 45,4                   | 1,34                    | 1,85        | 52,8                   | 68,1                   | 2,02                    | 2,8         |  |
|  | 16 | 19,05             | 11,68                  | 12,07                  | 19,46     | 16,13                  | 22,7                   | 29,5                   | 0,89                    | 1,25        | 42,2                   | 59,0                   | 1,78                    | 2,5         | 61,7                   | 88,5                   | 2,68                    | 3,8         |  |
| 20 B   | 18 | 25,4              | 17,02                  | 15,88                  | 31,88     | 21,08                  | 21,08                  | 36,1                   | 58,0                    | 2,10        | 2,7                    | 110                    | 4,21                    | 5,4         | 99,9                   | 165                    | 6,32                    | 8           |  |
|  | 19 | 31,75             | 19,56                  | 19,05                  | 36,45     | 26,42                  | 43,2                   | 95,0                   | 2,95                    | 3,6         | 79,7                   | 180                    | 5,91                    | 7,2         | 116,1                  | 270                    | 8,86                    | 11          |  |
| 24 B   | 20 | 38,1              | 25,4                   | 25,4                   | 48,36     | 33,4                   | 53,4                   | 170                    | 5,54                    | 6,7         | 101,8                  | 324                    | 11,09                   | 13,5        | 150,2                  | 485                    | 16,64                   | 21          |  |
|  | 21 | 44,45             | 30,99                  | 27,94                  | 59,56     | 37,08                  | 65,1                   | 200                    | 7,40                    | 8,3         | 124,7                  | 381                    | 14,81                   | 16,6        | 184,3                  | 571                    | 22,21                   | 25          |  |
| 28 B   | 22 | 50,8              | 30,99                  | 29,21                  | 58,55     | 42,29                  | 67,4                   | 260                    | 8,11                    | 10,5        | 126                    | 495                    | 16,23                   | 21          | 184,5                  | 743                    | 24,34                   | 32          |  |
|  | 23 | 57,15             | 38,1                   | 36,83                  | 68,88     | 50,8                   | 76,2                   | 340                    | 10,7                    | 13,1        | 150                    | 630                    | 20,7                    | 27          | 229,1                  | 914                    | 30,9                    | 40          |  |

Slika 34 Tehnički podaci lanca [7]

Brzina lanca

$$v = d_1 \cdot \pi \cdot n_1 \quad (112)$$

$$v = \frac{p \cdot n_z}{1000} \cdot \pi \cdot \frac{n_1}{60} = \frac{25,4 \cdot 4,8097}{1000} \cdot \pi \cdot \frac{4,7}{60} = 0,03 \text{ m/s} \quad (113)$$

Vučna sila lanca

$$F = \frac{P}{v} \quad (114)$$

$$F = \frac{250}{0,03} = 8333,33 \text{ N} \quad (115)$$

Centrifugalna sila

$$F_f = q \cdot v^2 \quad (116)$$

$$F_f = 8 \cdot 0,03^2 = 7,2 \cdot 10^{-3} \text{ N} \quad (117)$$

Centrifugalna sila je mala, te ju nećemo razmatrati u danjem proračunu.

Ukupna vučna sila

$$F_G = F = 8333,33 \text{ N} \quad (118)$$

### 2.5.2.7. Vijek trajanja spojnice (sigurnost protiv loma)

Sigurnost protiv loma računa se prema izrazu:

$$S_M = \frac{F_M}{F} \cdot y, \quad (119)$$

gdje je  $F_M$  lomna sila lanca prema Slici 34, a  $y$  faktor udara.

| Opterećenje   | Faktor udara<br>$\epsilon$ | Značajka udara<br>$f$ |
|---|----------------------------|-----------------------|
| Pogon bez udara, ravnomjerno opterećenje  | 1                          | 1                     |
| Ravnomjeran pogon s laganim pojedinačnim udarima, opterećenje s laganim titrajima | 1,5                        | 0,8                   |
| Lagani udari, opterećenje sa srednje velikim titrajima                            | 2                          | 0,73                  |
| Srednji udari, opterećenje s velikim titrajima periodičkog opterećenja            | 3                          | 0,63                  |
| Jaki udari, laki udari koji proizlaze iz pretjecanja                              | 4                          | 0,58                  |
| Jaki udari, srednji udari koji proizlaze iz pretjecanja                           | 5                          | 0,53                  |

Slika 35 Faktor udara [7]

$$S_M = \frac{165}{8,3} \cdot 1 \quad (120)$$

$$S_M = 19,8 \geq S_D = 9,25. \quad (121)$$

### 2.5.2.8. Vijek trajanja valjaka

Vijek trajanja lanaca proračunava se u području rada viših brzina vrtnje, te se u ovom slučaju zanemaruje.

### 2.5.2.9. Vijek trajanja zglobova

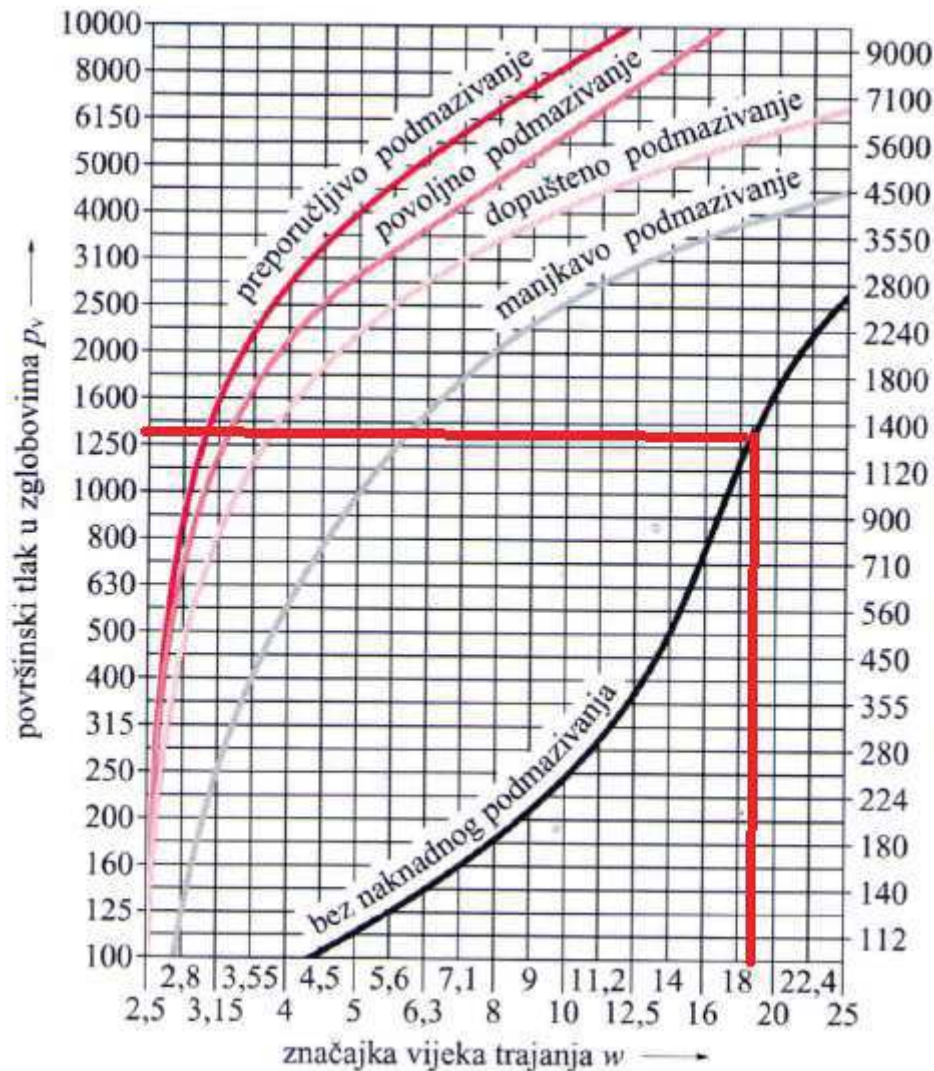
Površinski tlak računa se prema izrazu

$$p_v = \frac{F_G}{A \cdot y}, \quad (122)$$

gdje je  $A$  projicirana površina prema Slici 34.

$$p_v = \frac{8333,33}{6,32 \cdot 1} = 1318,56 \text{ N/cm}^2 \quad (123)$$

Očitana značajka vijeka trajanja  $w$  za uvjet bez naknadnog podmazivanja iznosi  $w=6$ .



Slika 36 Značajka vijeka trajanja [7]

Značajka zgloba računa se prema izrazu:

$$w_D = t_v \cdot \lambda_v \quad (124)$$

Gdje su:

$t_v$ – faktor brzine koraka lanca

| Brzina lanca $v$<br>(m/s) | Korak lanca $p$ (mm) |      |        |       |      |       |      |       |      |      |      |      |
|---------------------------|----------------------|------|--------|-------|------|-------|------|-------|------|------|------|------|
|                           | 9,525                | 12,7 | 15,875 | 19,05 | 25,4 | 31,75 | 38,1 | 44,45 | 50,8 | 63,5 | 76,2 | 88,9 |
| 0,1                       | 21,2                 | 20,4 | 18,9   | 17,9  | 16,6 | 15,6  | 14,8 | 14,2  | 13,7 | 12,9 | 12   | 11,2 |
| 0,2                       | 16,8                 | 16,2 | 15,0   | 14,2  | 13,2 | 12,4  | 11,7 | 11,3  | 10,9 | 10,2 | 9,5  | 9,5  |
| 0,3                       | 14,7                 | 14,2 | 13,1   | 12,4  | 11,5 | 10,8  | 10,2 | 9,8   | 9,5  | 8,9  | 8,3  | 7,7  |
| 0,4                       | 13,3                 | 12,9 | 11,9   | 11,3  | 10,5 | 9,8   | 9,3  | 9     | 8,6  | 8,1  | 7,6  | 7,1  |
| 0,6                       | 11,6                 | 11,2 | 10,4   | 9,9   | 9,1  | 8,6   | 8,1  | 7,8   | 7,5  | 7,1  | 6,62 | 6,15 |
| 0,8                       | 10,5                 | 10,2 | 9,4    | 9     | 8,3  | 7,8   | 7,4  | 7,1   | 6,85 | 6,42 | 6,01 | 5,58 |
| 1                         | 9,8                  | 9,5  | 8,8    | 8,3   | 7,7  | 7,3   | 6,86 | 6,58  | 6,36 | 5,97 | 5,58 | 5,19 |
| 2                         | 7,8                  | 7,5  | 6,95   | 6,6   | 6,11 | 5,76  | 5,45 | 5,23  | 5,05 | 4,74 | 4,43 | 4,12 |
| 3                         | 6,83                 | 6,58 | 6,11   | 5,89  | 5,35 | 5,01  | 4,76 | 4,57  | 4,41 | 4,15 | 3,89 | 3,61 |
| 4                         | 6,22                 | 5,01 | 4,62   | 5,26  | 4,87 | 4,59  | 4,34 | 4,17  | 4,03 | 3,78 | 3,53 | 3,28 |
| 5                         | 5,75                 | 4,76 | 4,4    | 4,91  | 4,54 | 4,26  | 4,03 | 3,87  | 3,74 | 3,52 | 3,28 | 3,06 |
| 6                         | 5,43                 | 4,57 | 4,22   | 4,51  | 4,28 | 4,02  | 3,79 | 3,65  | 3,53 | 3,32 | 3,1  | 2,87 |

Slika 37 Faktor brzine koraka lanca [7]

$\lambda_v$  – faktor trenja

| Broj članaka<br>$\chi$ | Prijenosni<br>omjer<br>$i$ | Broj zubića malog lančanika $z_1$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|----------------------------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                        |                            | 13                                | 15   | 17   | 19   | 21   | 23   | 25   | 38   | 45   | 57   |
| 40                     | 1                          | 0,57                              | 0,64 | 0,69 | 0,74 | 0,76 | 0,79 |      |      |      |      |
|                        | 2                          | 0,63                              | 0,7  |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 70                     | 1                          | 0,69                              | 0,77 | 0,83 | 0,98 | 0,92 | 0,95 | 0,97 | 1,12 |      |      |
|                        | 2                          | 0,76                              | 0,85 | 0,91 | 0,98 | 1,01 | 1,04 |      |      |      |      |
|                        | 3                          | 0,79                              | 0,88 | 0,95 | 1,01 |      |      |      |      |      |      |
| 100                    | 1                          | 0,76                              | 0,87 | 0,93 | 1    | 1,03 | 1,07 | 1,1  | 1,26 | 1,33 | 1,44 |
|                        | 2                          | 0,85                              | 0,96 | 1,03 | 1,1  | 1,14 | 1,17 | 1,21 | 1,39 |      |      |
|                        | 3                          | 0,88                              | 0,99 | 1,07 | 1,14 | 1,18 | 1,22 | 1,25 |      |      |      |
|                        | 5                          | 0,91                              | 1,02 | 1,09 | 1,17 |      |      |      |      |      |      |
| 200                    | 1                          | 0,97                              | 1,09 | 1,17 | 1,26 | 1,3  | 1,34 | 1,38 | 1,58 | 1,67 | 1,81 |
|                        | 2                          | 1,07                              | 1,2  | 1,29 | 1,38 | 1,43 | 1,47 | 1,51 | 1,74 | 1,84 | 1,99 |
|                        | 3                          | 1,11                              | 1,25 | 1,34 | 1,43 | 1,48 | 1,52 | 1,57 | 1,81 |      |      |
|                        | 5                          | 1,14                              | 1,28 | 1,37 | 1,47 | 1,52 | 1,57 | 1,61 |      |      |      |
|                        | 7                          | 1,17                              | 1,31 | 1,41 |      |      |      |      |      |      |      |

Slika 38 Faktor trenja [7]

$$w_D = 16,6 \cdot 1,02 = 16,932 \quad (125)$$

Očekivana vrijednost vijeka trajanja iznosi

$$\frac{w}{w_D} = \frac{19}{16,932} = 1,12, \quad (126)$$

što prema [7] rezultira vijekom trajanja od

$$L_h = 10000 \text{ h.} \quad (127)$$

### 2.5.2.10. Sila koja opterećuje vratilo

Sila koja opterećuje vratilo prema [7] računa se pomoću izraza

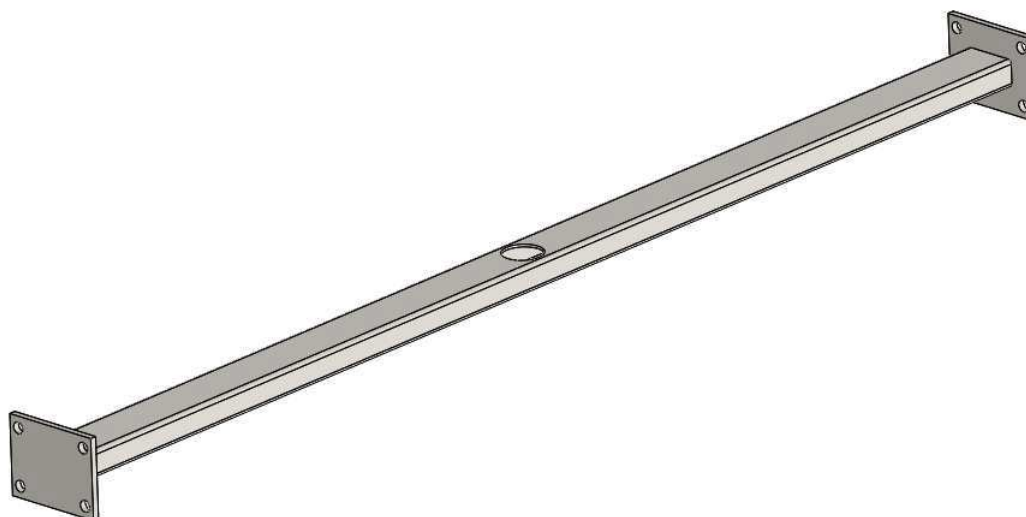
$$F_A \approx 1,5 \cdot F \quad (128)$$

$$F_A = 1,5 \cdot 8333 = 12500 \text{ N.} \quad (129)$$

### 2.5.3. Kontrola nosača gonjenog lančanika

#### 2.5.3.1. Kontrola čvrstoće

Nosač gonjenog lančanika izrađen je od kvadratne cijevi 80x40x4. Na krajevima ima pločice za povezivanje na unutarnje B nosače.

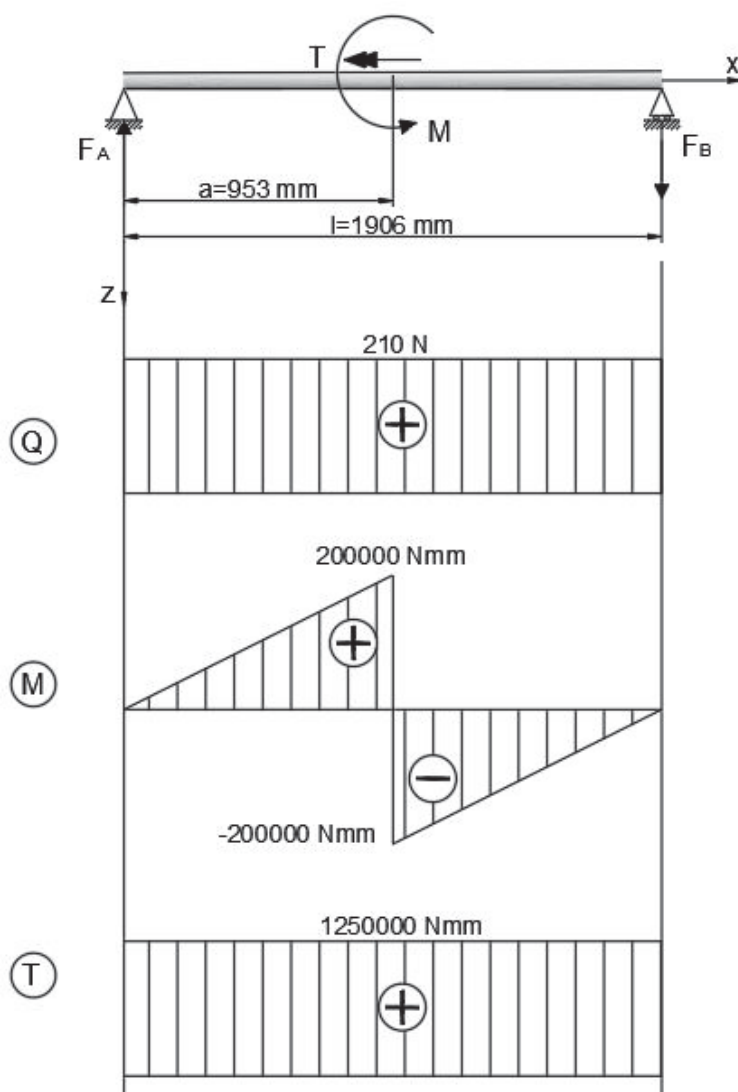


Slika 39 Nosač gonjenog lančanika



| RHS 80x40x4   |   |
|---|---|
| Geometry  |   |
| h = 80 mm   |   |
| b = 40 mm   |   |
| t = 4 mm  |   |
| r = 6 mm  |   |
| A = 879 mm <sup>2</sup>                               |   |
| A <sub>L</sub> = 0.23 m <sup>2</sup> .m <sup>-1</sup> |   |
| G = 6.9 kg.m <sup>-1</sup>                            |   |
| Section properties                                    |   |
| Axis y  | Axis z                                      |
| I <sub>y</sub> = 6.82E+5 mm <sup>4</sup>              | I <sub>z</sub> = 2.22E+5 mm <sup>4</sup>    |
| W <sub>y,el</sub> = 1.71E+4 mm <sup>3</sup>           | W <sub>z,el</sub> = 1.11E+4 mm <sup>3</sup> |
| W <sub>y,pl</sub> = 2.18E+4 mm <sup>3</sup>           | W <sub>z,pl</sub> = 1.32E+4 mm <sup>3</sup> |
| i <sub>y</sub> = 27.9 mm                              | i <sub>z</sub> = 15.9 mm                    |
| S <sub>y</sub> = 1.09E+4 mm <sup>3</sup>              | S <sub>z</sub> = 6600 mm <sup>3</sup>       |
| Warping and buckling                                  |   |
| I <sub>t</sub> = 5.52E+5 mm <sup>4</sup>              | C <sub>t</sub> = 1.89E+4 mm <sup>3</sup>    |

Slika 40 Karakteristike nosača lančanika [6]



Slika 41 Proračunski model nosača gonjenog lančanika

Maksimalni moment savijanja iznosi

$$M_{\max} = 200000 \text{ Nmm} , \quad (130)$$

što uz vrijednost momenta otpora presjeka za kvadratnu cijev, prema Slici 40 rezultira maksimalnim normalnim naprezanjem u iznosu:

$$\sigma = \frac{200000}{1,71 \cdot 10^4} \approx 12 \text{ N/mm}^2 . \quad (131)$$

Moment torzije iznosi

$$T = 1250000 \text{ Nmm} , \quad (132)$$

što uz vrijednost polarnog momenta otpora presjeka za kvadratnu cijev, prema Slici 40 rezultira maksimalnim tangencijalnim naprezanjem u iznosu:

$$\tau = \frac{1250000}{2,18 \cdot 10^4} \approx 58 \text{ N/mm}^2 . \quad (133)$$

Reducirno naprezanje iznosi:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (134)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{12^2 + 3 \cdot 58^2} \approx 100 \text{ N/mm}^2 . \quad (135)$$

Reducirano naprezanje manje je od dopuštenog:

$$\sigma_{\text{red}} \approx 100 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq \sigma_{\text{dop}} = 160 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} . \quad (136)$$

### 2.5.3.2. Kontrola krutosti

Dopušteni progib iznosi

$$w_{\text{dop}} = \frac{L}{600} = \frac{1906}{600} = 3,17 \text{ mm} . \quad (137)$$

Maksimalni progib za konkretni slučaj opterećenja računa se prema izrazu

$$w_{\max} = \frac{M \cdot l}{6 \cdot E \cdot I_y} \left( 3 \left( \frac{a}{l} \right)^2 - \frac{a}{l} - \frac{13}{8} \left( \frac{a}{l} \right)^3 \right) \quad (138)$$

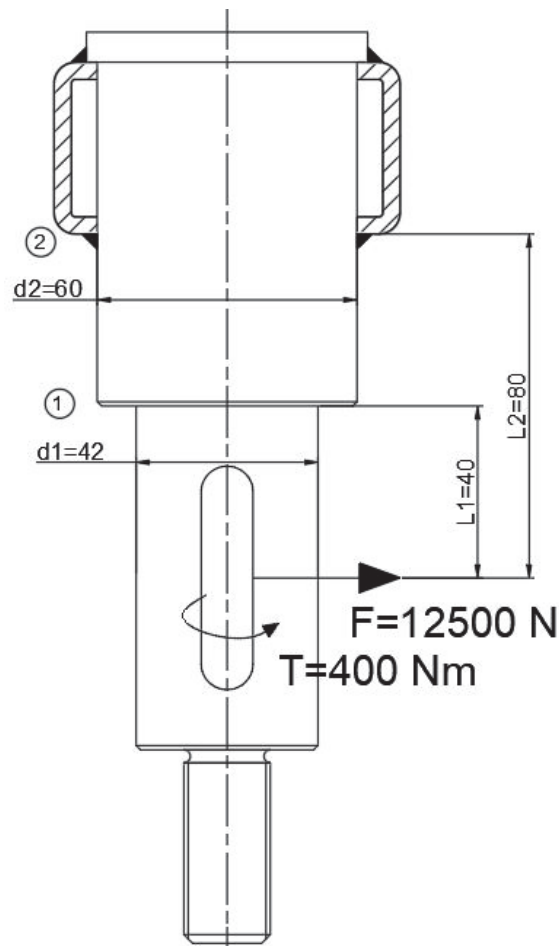
$$w_{\max} = \frac{200000 \cdot 1906}{6 \cdot 210000 \cdot 6,82 \cdot 10^5} \left( 3 \left( \frac{953}{1906} \right)^2 - \frac{a}{l} - \frac{13}{8} \left( \frac{953}{1906} \right)^3 \right) \quad (139)$$

$$w_{\max} = 2 \cdot 10^{-5} \text{ mm}, \quad (140)$$

što je manje od dopuštenog.

#### 2.5.4. Kontrola gonjenog vratila

Vratilo je sa svojim dimenzijama i opterećenjima prikazano na slici u nastavku. Izrađeno je od ugljičnog konstrukcijskog čelika S355J0 sa vrijednosti trajne dinamičke izdržljivosti na savijanje  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$  (prema [12]).



Slika 42 Proračunski model gonjenog vratila

### 2.5.4.1. Presjek 1

Normalno naprezanje u presjeku, sa dimenzijama i opterećenjem prema slici iznosi:

$$\sigma_1 = \frac{F \cdot L_1}{0,1 \cdot d_1^3} \quad (141)$$

$$\sigma_1 = \frac{12500 \cdot 40}{0,1 \cdot 42^3} \approx 68 \text{ N/mm}^2. \quad (142)$$

Tangencijalno naprezanje:

$$\tau_1 = \frac{T}{0,2 \cdot d_1^3} \quad (143)$$

$$\tau_1 = \frac{400000}{0,2 \cdot 42^3} \approx 27 \text{ N/mm}^2. \quad (144)$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (145)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{68^2 + 3 \cdot 27^2} \approx 82 \text{ N/mm}^2. \quad (146)$$

Sigurnost

$$S_1 = \frac{\sigma_{fDN}}{\sigma_{\text{red}}} = \frac{240}{82} = 2,9 \quad (147)$$

### 2.5.4.2. Presjek 2

Normalno naprezanje u presjeku, sa dimenzijama i opterećenjem prema slici iznosi:

$$\sigma_2 = \frac{F \cdot L_2}{0,1 \cdot d_2^3} \quad (148)$$

$$\sigma_1 = \frac{12500 \cdot 80}{0,1 \cdot 60^3} \approx 46 \text{ N/mm}^2. \quad (149)$$

Tangencijalno naprezanje:

$$\tau_2 = \frac{T}{0,2 \cdot d_2^3} \quad (150)$$

$$\tau_1 = \frac{400000}{0,2 \cdot 60^3} \approx 9 \text{ N/mm}^2. \quad (151)$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (152)$$

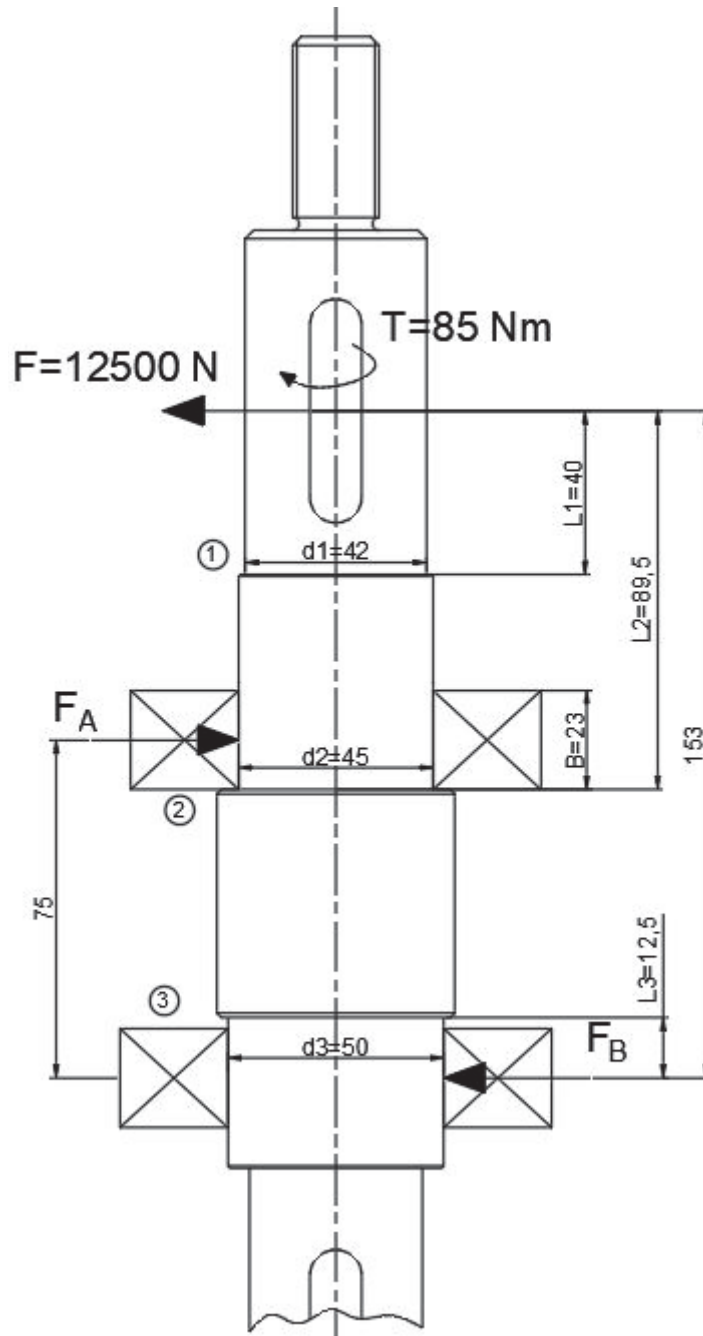
$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{46^2 + 3 \cdot 9^2} \approx 49 \text{ N/mm}^2. \quad (153)$$

Sigurnost

$$S_2 = \frac{\sigma_{fDN}}{\sigma_{\text{red}}} = \frac{240}{49} = 4,89 \quad (154)$$

### 2.5.5. Kontrola pogonskog vratila

Vratilo je sa svojim dimenzijama i opterećenjima prikazano na slici u nastavku. Izrađeno je od ugljičnog konstrukcijskog čelika S355J0 sa vrijednosti trajne dinamičke izdržljivosti na savijanje  $\sigma_{fDN} = 240 \text{ N/mm}^2$  (prema [12]).



Slika 43 Proračunski model pogonskog vratila

## 2.5.5.1. Reakcije u osloncima

Rješavanjem jednačbi

$$\sum M_B = 0 \rightarrow F \cdot 153 - F_A \cdot 75 = 0 \quad (155)$$

$$\sum F = 0 \rightarrow -F + F_A - F_B = 0 \quad (156)$$

Dobivamo reakcije u osloncima

$$F_A = 25500 \text{ N} \quad (157)$$

$$F_B = 13000 \text{ N} \quad (158)$$

## 2.5.5.2. Presjek 1

Normalno naprezanje u presjeku, sa dimenzijama i opterećenjem prema slici iznosi:

$$\sigma_1 = \frac{F \cdot L_1}{0,1 \cdot d_1^3} \quad (159)$$

$$\sigma_1 = \frac{12500 \cdot 40}{0,1 \cdot 42^3} \approx 68 \text{ N/mm}^2. \quad (160)$$

Tangencijalno naprezanje:

$$\tau_1 = \frac{T}{0,2 \cdot d_1^3} \quad (161)$$

$$\tau_1 = \frac{85000}{0,2 \cdot 42^3} \approx 6 \text{ N/mm}^2. \quad (162)$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (163)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{68^2 + 3 \cdot 6^2} \approx 69 \text{ N/mm}^2. \quad (164)$$

Sigurnost

$$S_1 = \frac{\sigma_{fDN}}{\sigma_{red}} = \frac{240}{69} = 3,5. \quad (165)$$

### 2.5.5.3. Presjek 2

Normalno naprezanje u presjeku, sa dimenzijama i opterećenjem prema slici iznosi:

$$\sigma_2 = \frac{F \cdot L_2 - F_A \cdot \frac{B}{2}}{0,1 \cdot d_2^3} \quad (166)$$

$$\sigma_1 = \frac{12500 \cdot 89,5 - 25500 \cdot 11,5}{0,1 \cdot 45^3} \approx 91 \text{ N/mm}^2. \quad (167)$$

Tangencijalno naprezanje:

$$\tau_2 = \frac{T}{0,2 \cdot d_2^3} \quad (168)$$

$$\tau_1 = \frac{85000}{0,2 \cdot 45^3} \approx 5 \text{ N/mm}^2. \quad (169)$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (170)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{91^2 + 3 \cdot 5^2} \approx 92 \text{ N/mm}^2. \quad (171)$$

Sigurnost

$$S_2 = \frac{\sigma_{fDN}}{\sigma_{red}} = \frac{240}{92} = 2,63 \quad (172)$$

### 2.5.5.4. Presjek 3

Normalno naprezanje u presjeku, sa dimenzijama i opterećenjem prema slici iznosi:



$$\sigma_3 = \frac{F_B \cdot L_3}{0,1 \cdot d_3^3} \quad (173)$$

$$\sigma_3 = \frac{13000 \cdot 12,5}{0,1 \cdot 50^3} = 13 \text{ N/mm}^2. \quad (174)$$

Tangencijalno naprezanje:

$$\tau_3 = \frac{T}{0,2 \cdot d_3^3} \quad (175)$$

$$\tau_3 = \frac{85000}{0,2 \cdot 50^3} \approx 3 \text{ N/mm}^2. \quad (176)$$

Reducirano naprezanje:

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2} \quad (177)$$

$$\sigma_{\text{red}} = \sqrt{13^2 + 3 \cdot 3^2} \approx 14 \text{ N/mm}^2. \quad (178)$$

Sigurnost

$$S_3 = \frac{\sigma_{fDN}}{\sigma_{\text{red}}} = \frac{240}{14} = 16,78 \quad (179)$$

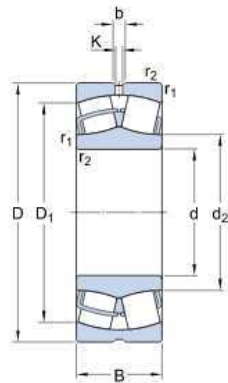
#### 2.5.5.5. Odabir ležaja u osloncu A

Ležaj je opterećen radijalnom silom  $F_r = 25,5 \text{ kN}$ , te aksijalnom silom kao posljedicom težine vratila i pogonskog lančanika u iznosu  $F_a = 0,06 \text{ kN}$ . Odabrani je ležaj iz SKF kataloga pod oznakom 22209 E.

## ► 22209 E

Popular item  
SKF Explorer

### Dimensions



|                  |          |    |
|------------------|----------|----|
| d                | 45       | mm |
| D                | 85       | mm |
| B                | 23       | mm |
| d <sub>2</sub>   | ≈ 54.4   | mm |
| D <sub>1</sub>   | ≈ 74.4   | mm |
| b                | 5.5      | mm |
| K                | 3        | mm |
| r <sub>1,2</sub> | min. 1.1 | mm |

Slika 44 Dimenzije odabranog ležaja u osloncu A [13]

### Calculation data

|                           |                |       |       |
|---------------------------|----------------|-------|-------|
| Basic dynamic load rating | C              | 104   | kN    |
| Basic static load rating  | C <sub>0</sub> | 98    | kN    |
| Fatigue load limit        | P <sub>u</sub> | 10.8  | kN    |
| Reference speed           |                | 7500  | r/min |
| Limiting speed            |                | 10000 | r/min |
| Calculation factor        | e              | 0.26  |       |
| Calculation factor        | Y <sub>1</sub> | 2.6   |       |
| Calculation factor        | Y <sub>2</sub> | 3.9   |       |
| Calculation factor        | Y <sub>0</sub> | 2.5   |       |

### Mass

|              |  |      |    |
|--------------|--|------|----|
| Mass bearing |  | 0.58 | kg |
|--------------|--|------|----|

Slika 45 Karakteristike odabranog ležaja u osloncu A [13]

Omjer aksijalnog i radijalnog opterećenja iznosi

$$\frac{F_a}{F_r} = \frac{0,06}{25,5} = 2,3 \cdot 10^{-3} \leq e = 0,26, \quad (180)$$

što znači da vrijedi formula za ekvivalentno dinamičko opterećenje:

$$P_r = F_r + Y_1 \cdot F_a \quad (181)$$

$$P_r = 25,5 + 2,6 \cdot 0,06 = 25,7 \text{ kN}. \quad (182)$$

Ekvivalentno dinamičko opterećenje manje je od dinamičke nosivosti ležaja

$$P_r = 25,7 \text{ kN} \leq C = 104 \text{ kN}. \quad (183)$$

Nazivni vijek trajanja ležaja u satima rada iznosi:

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot n} \left( \frac{C}{P} \right)^{\frac{10}{3}} \quad (184)$$

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot 4,7} \left( \frac{104}{25,7} \right)^{\frac{10}{3}} = 374471 \text{ h} \quad (185)$$

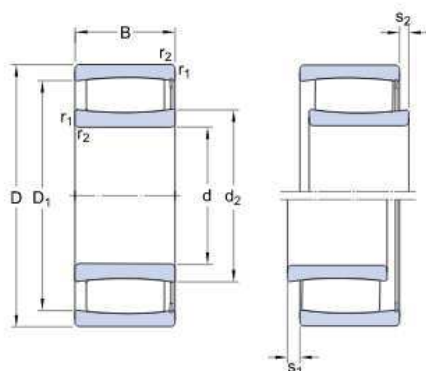
#### 2.5.5.6. Odabir ležaja u osloncu B

Ležaj u osloncu B opterećen je samo radijalnom silom  $F_r = 13 \text{ kN}$ . Odabran je ležaj iz SKF kataloga pod oznakom C4910.

### C 4910 V

SKF Explorer

#### Dimensions



|                  |          |    |
|------------------|----------|----|
| d                | 50       | mm |
| D                | 72       | mm |
| B                | 22       | mm |
| d <sub>2</sub>   | ≈ 56.9   | mm |
| D <sub>1</sub>   | ≈ 66.1   | mm |
| s <sub>1</sub>   | max. 4.7 | mm |
| s <sub>2</sub>   | max. 1.7 | mm |
| r <sub>1,2</sub> | min. 0.6 | mm |

Slika 46 Dimenzije odabranog ležaja u osloncu B [13]

| <b>Calculation data</b>    |                |       |       |
|----------------------------|----------------|-------|-------|
| Basic dynamic load rating  | C              | 86.5  | kN    |
| Basic static load rating   | C <sub>0</sub> | 125   | kN    |
| Fatigue load limit         | P <sub>u</sub> | 14.6  | kN    |
| Limiting speed             |                | 3600  | r/min |
| Misalignment factor        | k <sub>1</sub> | 0.103 |       |
| Operating clearance factor | k <sub>2</sub> | 0.114 |       |
| <b>Mass</b>                |                |       |       |
| Mass bearing               |                | 0.29  | kg    |

Slika 47 Karakteristike odabranog ležaja u osloncu B [13]

Ekvivalentno dinamičko opterećenje iznosi

$$P_r = F_r = 13 \text{ kN.} \quad (186)$$

Ekvivalentno dinamičko opterećenje manje je od dinamičke nosivosti ležaja

$$P_r = 13 \text{ kN} \leq C = 86,5 \text{ kN.} \quad (187)$$

Nazivni vijek trajanja ležaja u satima rada iznosi

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60 \cdot 4,7} \left( \frac{86,5}{13} \right)^{\frac{10}{3}} = 1964838 \text{ h.} \quad (188)$$

### 3. Procjena rizika u radu s rotacijskom platformom

#### 3.1. Općenito o procjeni rizika

Procjena rizika je postupak kojim se utvrđuje razina opasnosti, štetnosti i napora u smislu nastanka ozljede na radu, profesionalne bolesti, bolesti u svezi s radom te poremećaja u procesu rada koji bi mogao izazvati štetne posljedice za sigurnost i zdravlje radnika. [14]

Također, prema [14] procjena rizika radi se na temelju matrice rizika.

**Tablica 2** Matrica rizika

| Vjerojatnost    | Veličina posljedica (štetnosti) |                |                 |
|-----------------|---------------------------------|----------------|-----------------|
|                 | Malo štetno                     | Srednje štetno | Izrazito štetno |
| Malo vjerojatno | Mali rizik                      | Mali rizik     | Srednji rizik   |
| Vjerojatno      | Mali rizik                      | Srednji rizik  | Veliki rizik    |
| Vrlo vjerojatno | Srednji rizik                   | Veliki rizik   | Veliki rizik    |

#### 3.2. Procjena rizika za rotacijsku platformu

##### 3.2.1. Opasnosti

##### 3.2.1.1. Mehaničke opasnosti

**Tablica 3** Procjena rizika za mehaničke opasnosti

| Mehaničke opasnosti       | Mjere  | Procjena rizika |
|---------------------------|--|-----------------|
| Alati (ručni i mehanički) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Koristiti samo testiranu opremu (sa CE oznakom)</li> <li>- Vizualno pregledati prije početkarada</li> </ul> | Mali rizik      |
| Rukovanje predmetima      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dizanje prema uputama</li> <li>- Korištenje zaštitnih rukavica i cipela s čeličnom kapićom</li> </ul>       | Srednji rizik   |

|   |   |               |
|---|---|---------------|
| Nezaštićeni pokretni dijelovi                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Prije puštanja u rad oplatom zaštititi pristup do izvora opasnosti</li> <li>- U radu onemogućiti pristup neovlaštenim osobama</li> </ul> | Mali rizik    |
| Opasne situacije pri čišćenju, otklanjanju kvarova, ... | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uputstva za siguran rad</li> </ul>   | Mali rizik    |
| Opasnost od razderotina i posjekotina                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Brušeni nefunkcionalni rubovi</li> <li>- Korištenje zaštitnih rukavica</li> </ul>  | Srednji rizik |
| Nekontrolirano pomicanje dijelova                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pri utovaru, istovaru i transportu osigurati stabilnost dijelova</li> </ul>  | Srednji rizik |

### 3.2.1.2. Opasnosti od padova

**Tablica 4 Opasnosti od padova**

| Opasnosti od padova | Mjere  | Procjena rizika |
|---------------------|--|-----------------|
| Pad na istoj razini | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Korištenje protuklizne površine</li> <li>- Ukloniti zaprljanja</li> </ul> | Mali rizik      |
| Pad s visine        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Informirati operatera o opasnosti</li> </ul>                              | Mali rizik      |

3.2.1.3. *Opasnosti od električne struje***Tablica 5 Opasnosti od električne struje**

| Opasnosti od električne struje              | Mjere  | Procjena rizika |
|---|--|-----------------|
| Oštećeni kablovi (polomljene ili gole žice) | - Vizualni pregled alata i opreme prije korištenja   | Mali rizik      |
| Korištenje vlažnih električnih aparata      | - Pogonski elektromotor smješten ispod pune površine | Mali rizik      |

3.2.1.4. *Požar i eksplozija***Tablica 6 Požar i eksplozija**

| Požar i eksplozija                    | Mjere   | Procjena rizika |
|---------------------------------------|---|-----------------|
| Pregrijavanje pogonskog elektromotora | - Ugradnja sigurnosne sklopke   | Mali rizik      |
| Iskrenje                              | - Korištenje kotača s gumenom oblogom<br>- Pravilno postavljanje vodilica | Mali rizik      |

3.2.1.5. *Termičke opasnosti***Tablica 7 Termičke opasnosti**

| Termičke opasnosti                      | Mjere   | Procjena rizika |
|---|---|-----------------|
| Montaža i demontaža zagrijanih dijelova | - Onemogućiti direktan prodor sunčevih zraka<br>- Koristiti zaštitne rukavice | Srednji rizik   |

## 3.2.1.6. Ostale opasnosti

Tablica 8 Ostale opasnosti

| Ostale opasnosti                       | Mjere  | Procjena rizika |
|--|--|-----------------|
| Opasnosti uzrokovane ljudskim radnjama | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Odabrati zaposlenike prema zahtjevima posla</li> <li>- Organizirati radni proces</li> </ul> | Mali rizik      |

## 3.2.2. Štetnosti

## 3.2.2.1. Fizikalne štetnosti

Tablica 9 Fizikalne štetnosti

| Fizikalne štetnosti                         | Mjere  | Procjena rizika |
|---|--|-----------------|
| Buka  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Korištenje kotača sgumenom oblogom</li> <li>- Korištenje pogonskog elektromotora s CE oznakom</li> </ul>                                    | Mali rizik      |
| Loši vremenski uvjeti pri radu na otvorenom | <ul style="list-style-type: none"> <li>- osigurati zaštitnu odjeću</li> <li>- koristiti zaštitnu kremu protiv sunca</li> <li>- Odgoda rada za povoljnije vremenske uvjete</li> </ul> | Srednji rizik   |



### 3.2.3. Napori

#### 3.2.3.1. Statodinamički napori

**Tablica 10 Statodinamički napori**

| Statodinamički napori   | Mjere  | Procjena rizika |
|---|--|-----------------|
| Statički (pognut položaj tijela, čučanje, klečanje)                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uzeti u obzir dob i spol radnika</li> <li>- Osigurati povremeni odmor radnika</li> </ul>  | Veliki rizik    |
| Dinamički (ponavljajući pokreti sa i bez primjene sile, dizanje i nošenje tereta) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uzeti u obzir dob i spol radnika</li> <li>- Koristiti više radnika</li> <li>- Koristiti pomagala i naprave</li> <li>- Nositi teret s uspravnom kralježnicom i blizu tijela</li> </ul> | Veliki rizik    |

#### 3.2.3.2. Psihofiziološki napori

**Tablica 11 Psihofiziološki napori**

| Psihofiziološki napori       | Mjere  | Procjena rizika |
|------------------------------|--|-----------------|
| Terenski rad, produljeni rad | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osigurati adekvatnu stimulaciju radnika</li> <li>- Osigurati dovoljan broj radnika</li> </ul> | Veliki rizik    |

### 3.2.4. Ostali rizici

#### 3.2.4.1. Zaštita zdravlja i sigurnosti posjetitelja

**Tablica 12** Zaštita zdravlja i sigurnosti posjetitelja

| Zaštita zdravlja i sigurnosti posjetitelja           | Mjere  | Procjena rizika |
|--|--|-----------------|
| Nekontrolirani pristup posjetitelja (djeca, odrasli) | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ograditi platformu</li> <li>- Postaviti bočnu ceradu</li> <li>- Osigurati nadzor pri radu</li> <li>- Postaviti zaštitne oznake</li> </ul> | Srednji rizik   |
| Izvanredna situacija                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Osigurati kutiju prve pomoći</li> </ul>   | Mali rizik      |

## 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu proveden je proračun dijelova rotacijske platforme. Standardni dijelovi koji ne podliježu proračunu su prikazani uz izvor odakle se dobavljaju.

U prvom dijelu proračuna izvršena je kontrola elemenata nosive konstrukcije. Provjerena je čvrstoća i krutost nosača, te naprezanja u zavarima i vijcima. Kod proračuna pogonskog mehanizma proračunata je potrebna snaga pogonskog elektromotora, vratilo, ležajevi pogonskog sklopa kao i lančani prijenos.

Prikazana je oplata platforme, konstrukcija vodilica, podnica sastavljena od segmenata, te koncept pristupne rampe.

Kod procjene rizika u radu pokušalo se prepoznati moguće rizike, te su navedene mjere pomoću kojih se rizici umanjuju ili u potpunosti uklanjaju.

Pri procesu konstrukcije odustalo se od početnog uvjeta maksimalne mase od 1200 kg. Konačna masa iznosi približno 1200 kg za okretni dio, približno 500 kg za podnicu s tračnicom i približno 50 kg za motor sa prijenosnim mehanizmom. Uz ostale manje elemente ukupna masa rotacijske platforme iznosi oko 1800 kg, što je još uvijek u granici nosivosti dostavnih gospodarskih vozila.

Kod konstruiranja, u cilju smanjenja ukupne mase platforme, kao materijal nosača oplata odabrana je aluminijska legura, dok je za samu oplatu odabrana vodootporna iverica. Daljnji koraci u smanjenju mase mogli bi ići u smjeru zamjene nosača standardnih profila, što bi vrlo vjerojatno bilo skuplje i tehnički zahtjevnije rješenje.

Masa pojedinačnog komada ne prelazi 66 kg, što omogućava da se rotacijska platforma u nekim slučajevima niti ne rastavlja u sve dijelove, već se može rastaviti u segmente i time omogućiti bržu montažu. Prema tome, uvjet mase pojedinog dijela do maksimalno 80 kg je zadovoljen.

Također, izrađen je sklopni nacrt same rotacijske platforme, pogonskog sklopa i podnice, kao i radionička dokumentacija pojedinih elemenata pogona i podnice.

## LITERATURA

- [1] [www.directindustry.com](http://www.directindustry.com)
- [2] [www.etnow.com](http://www.etnow.com)
- [3] [www.zia.ms.it](http://www.zia.ms.it)
- [4] [www.brescianaparcheggi.it](http://www.brescianaparcheggi.it)
- [5] Krautov strojarski priručnik, Sajema Zagreb, 2009.
- [6] [www.staticstools.eu/en](http://www.staticstools.eu/en)
- [7] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Golden Marketing -Tehnička knjiga Zagreb, 2006.
- [8] [sinkro.hr/](http://sinkro.hr/)
- [9] BENKOtehnika Katalog, Puconci, 2017.
- [10] [www.wattdrive.com](http://www.wattdrive.com)
- [11] Hercigonja E.: Strojni elementi 1, Zrinski Čakovec, 1996.
- [12] Horvat Z. i suradnici: Vratilo (proračun), FSB
- [13] [www.skf.com](http://www.skf.com)
- [14] Pravilnik o izradi procjene rizika, Zakon o zaštiti na radu (NN, 17/2014)

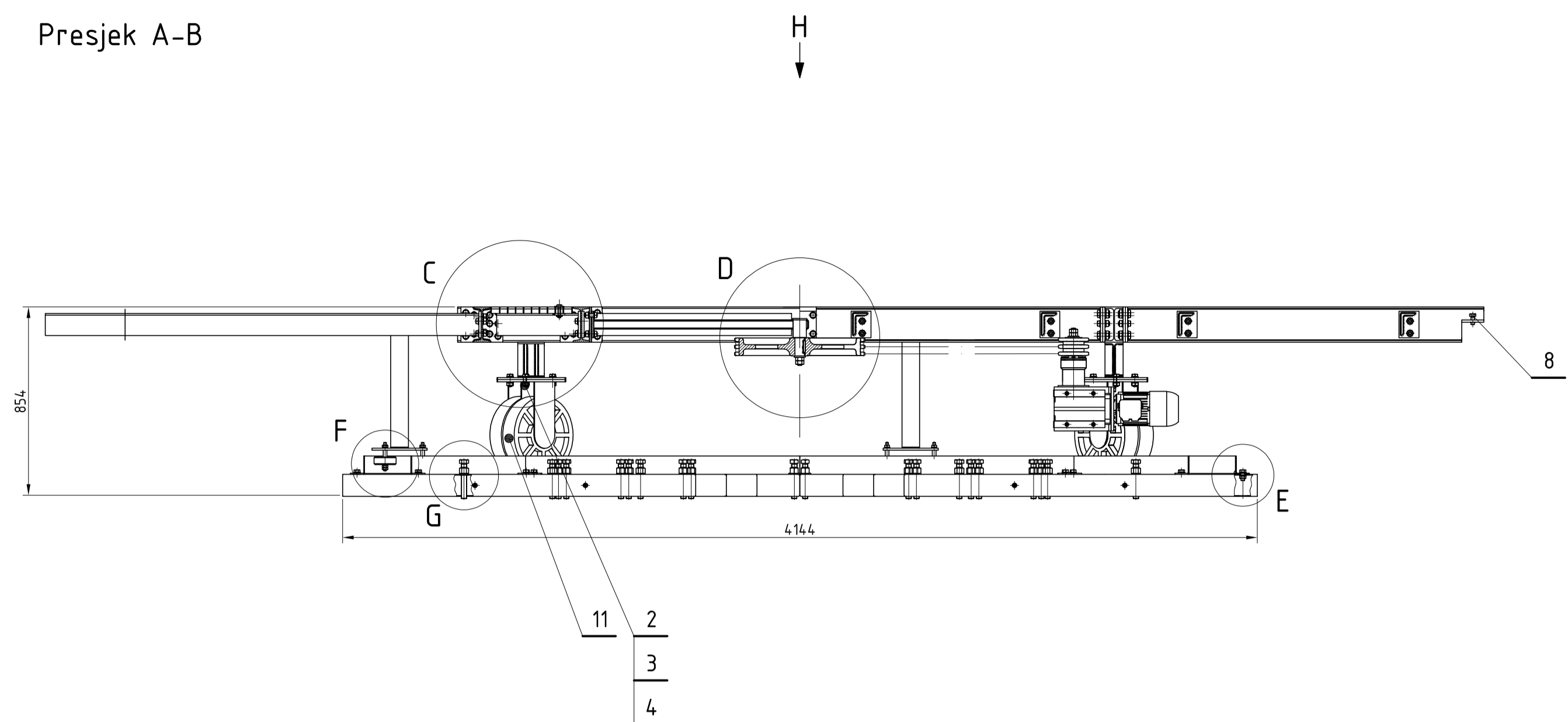
Pri konstruiranju korišteni su još:

- [15] Herold Z.: Računalna i inženjerska grafika, FSB, 2003.
- [16] Schaeffler: Technisches Taschenbuch, Schaeffler Technologies GmbH, 2014.

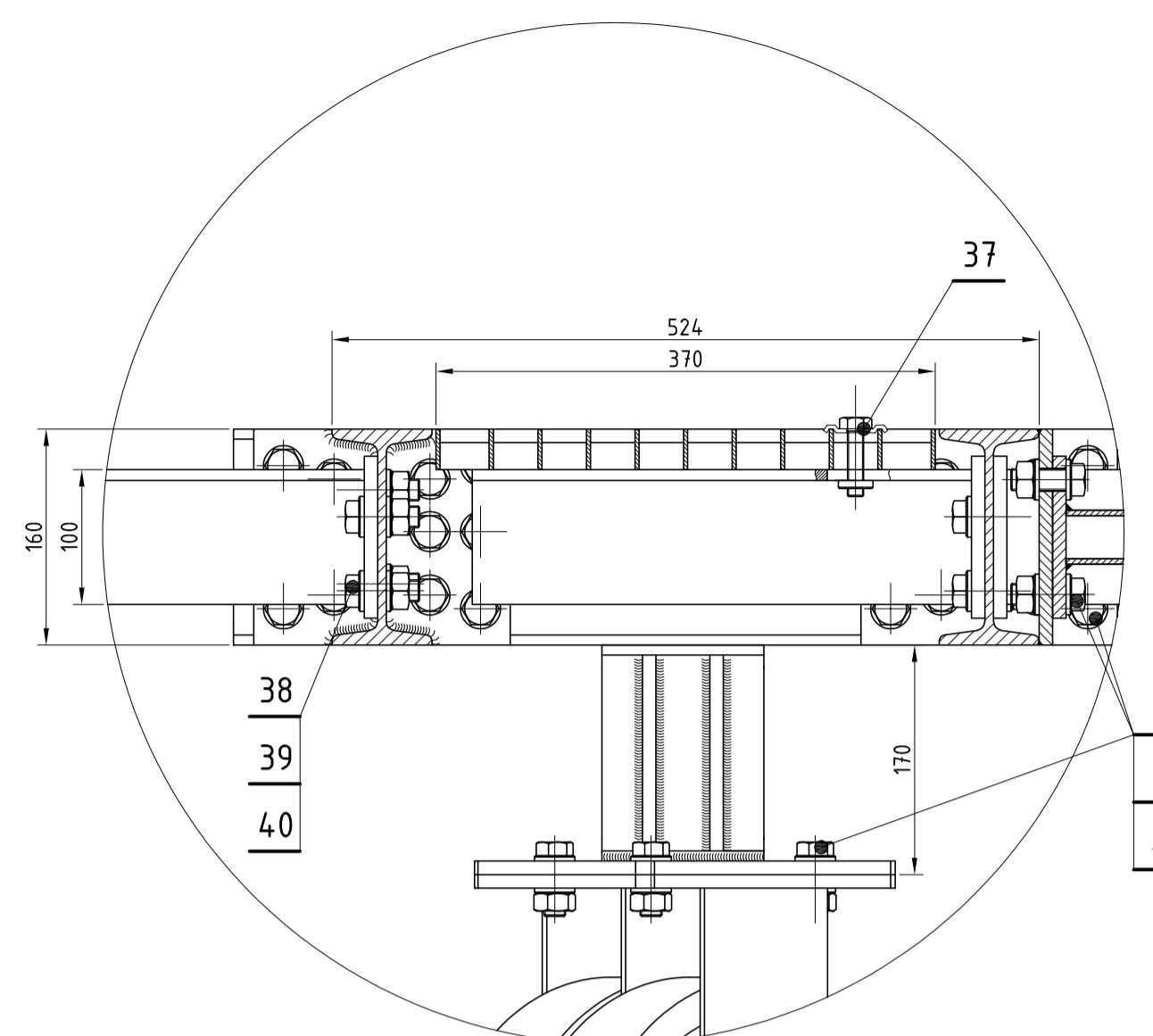
## **PRILOZI**

- I. CD-R disc
- II. Tehnička dokumentacija
- III. Specifikacija pogonskog motora

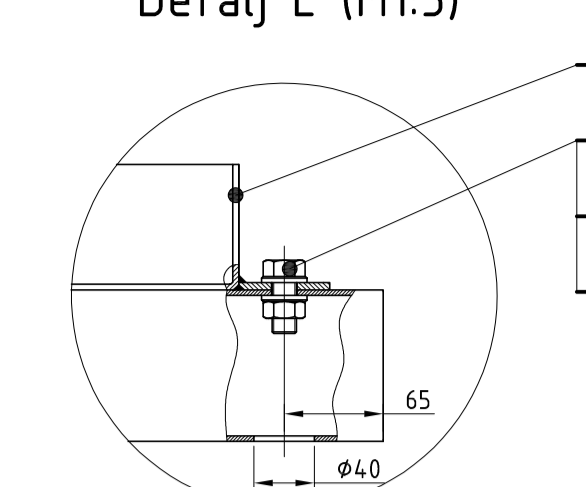
Presjek A-B



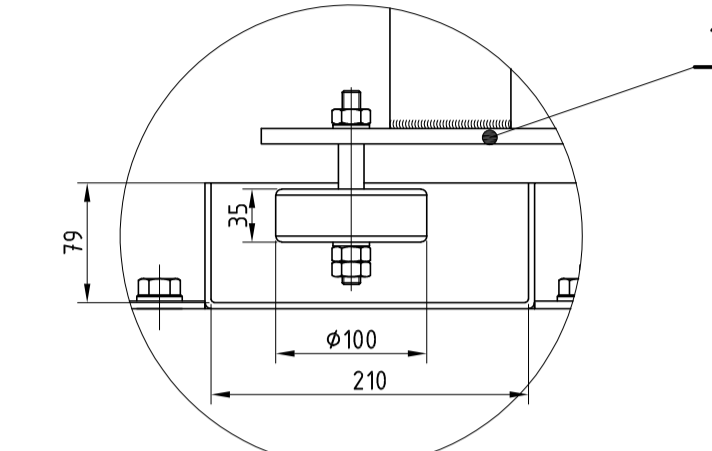
Detalj C (M1:5)



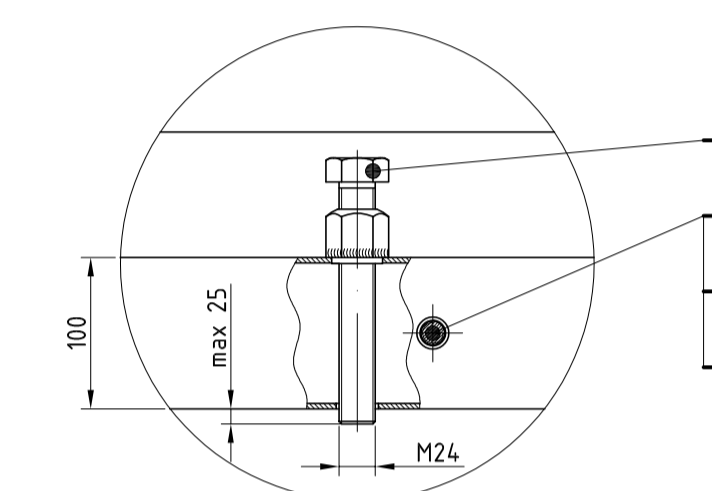
Detalj E (M1:5)



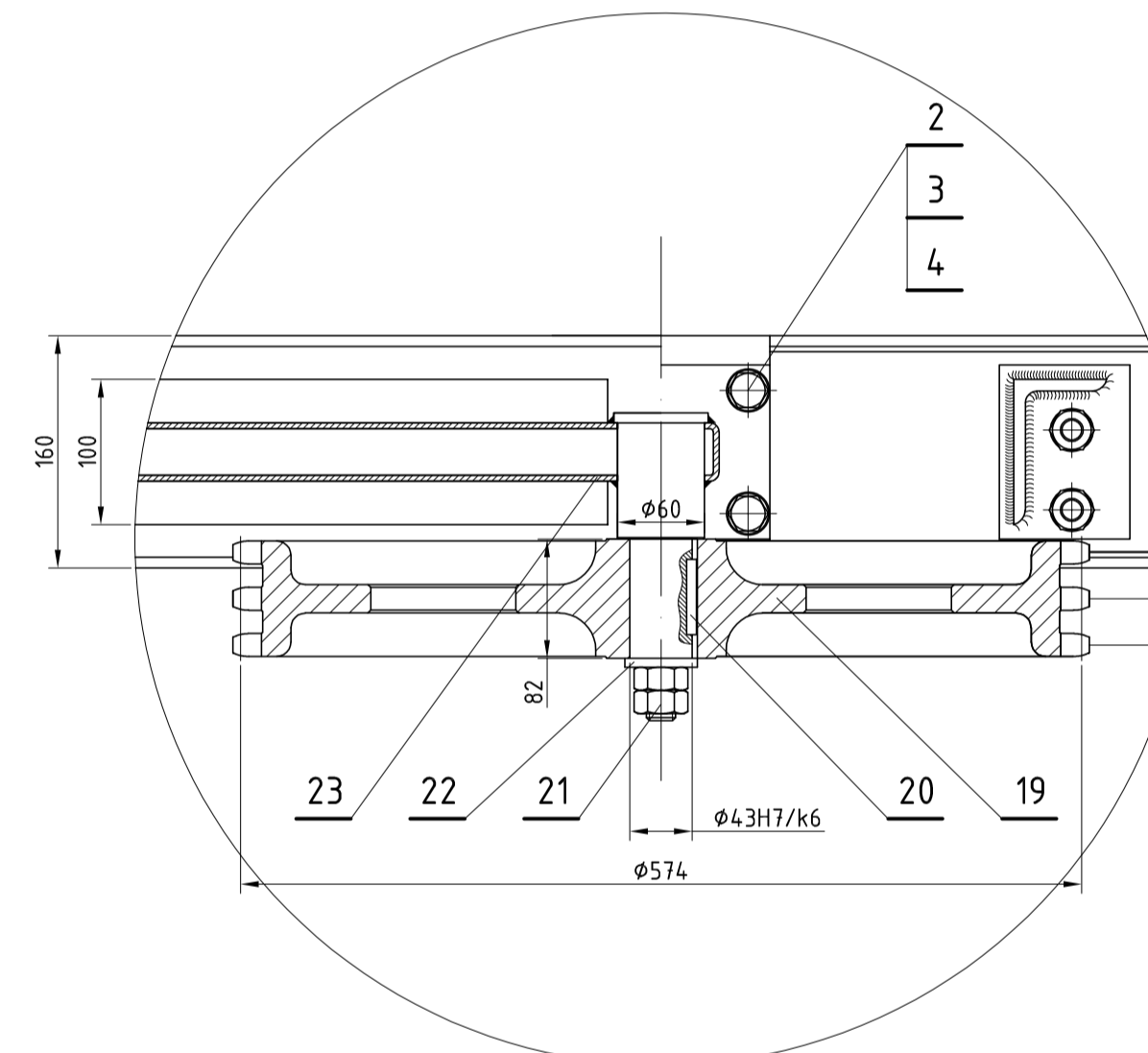
Detalj F (M1:5)



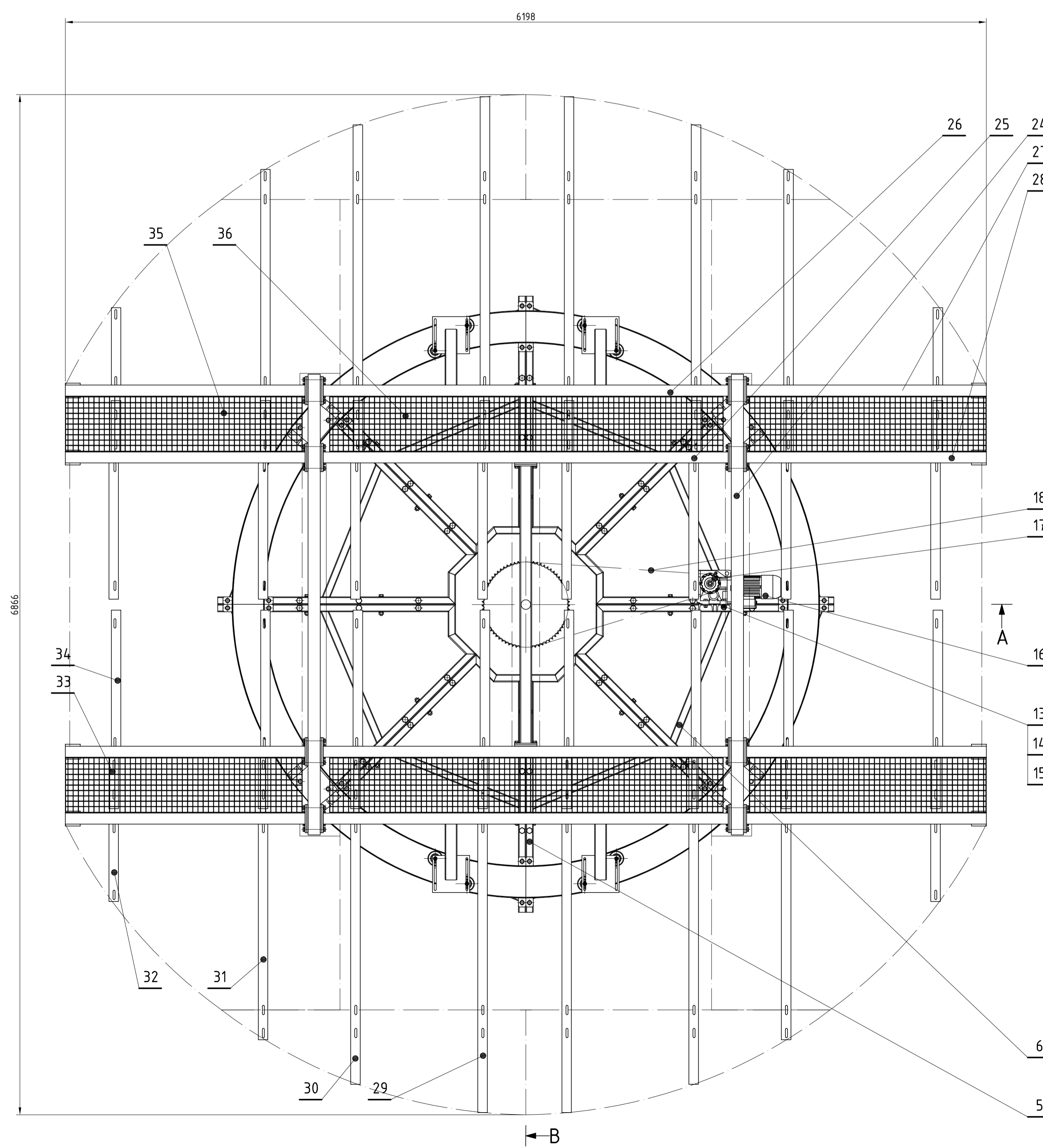
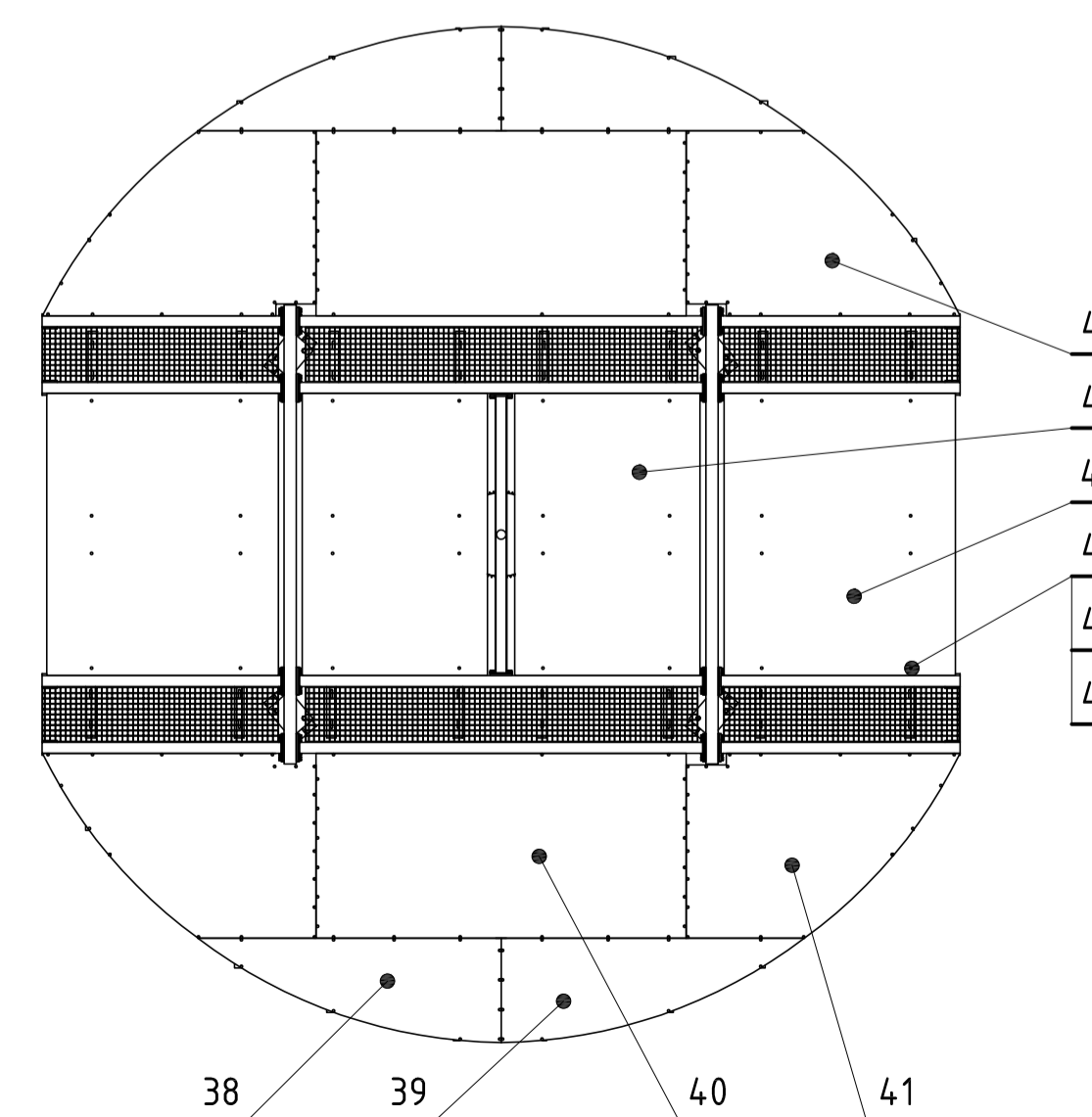
Detalj G (M1:5)



Detalj D (M1:5)



Pogled H (M1:50)



| №  | Opis dijela                      | Dimenzije | Materijal                  | Masa                      | Opaska    |
|----|----------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|-----------|
| 47 | Podložna pločica $\phi 9$        | 190       | DIN 6916                   | 4                         | $\phi 9$  |
| 46 | Matica M8                        | 190       | DIN 6915                   | 4                         | M8        |
| 45 | Torban vijak                     | 190       | DIN 603                    | 4,6                       | M8x40     |
| 44 | Segment oplate 7                 | 2         | RP-MT-0044                 | 1250x1906x30              | 8,7 kg    |
| 43 | Segment oplate 6                 | 2         | RP-MT-0043                 | 1564x1906x30              | 10,5 kg   |
| 42 | Segment oplate 5                 | 2         | RP-MT-0042                 | 1250x1850x30              | 6 kg      |
| 41 | Segment oplate 4                 | 2         | RP-MT-0041                 | 1250x1850x30              | 6 kg      |
| 40 | Segment oplate 3                 | 2         | RP-MT-0040                 | 1250x2500x30              | 9,9 kg    |
| 39 | Segment oplate 2                 | 2         | RP-MT-0039                 | 706x2085x30               | 4,6 kg    |
| 38 | Segment oplate 1                 | 2         | RP-MT-0038                 | 706x2085x30               | 4,6 kg    |
| 37 | Priključnica gazišta             | 32        | BENKO TEHNA                | 370x2650x30               | 25 kg     |
| 36 | Gazište - duže                   | 2         | BENKO TEHNA                | 370x1595x30               | 15 kg     |
| 35 | Gazište - kraće                  | 4         | BENKO TEHNA                | 370x1595x30               | 15 kg     |
| 34 | Nosač oplate unutarnji - duži    | 16        | RP-MT-0034                 | AlMgSi0,5 90x120x950      | 3,3 kg    |
| 33 | Nosač oplate unutarnji - kraći   | 16        | RP-MT-0033                 | AlMgSi0,5 90x120x380      | 1,4 kg    |
| 32 | Nosač oplate vanjski 4           | 4         | RP-MT-0032                 | AlMgSi0,5 90x120x555      | 2 kg      |
| 31 | Nosač oplate vanjski 3           | 4         | RP-MT-0031                 | AlMgSi0,5 90x120x1485     | 5 kg      |
| 30 | Nosač oplate vanjski 2           | 4         | RP-MT-0030                 | AlMgSi0,5 90x120x1785     | 6 kg      |
| 29 | Nosač oplate vanjski 1           | 4         | RP-MT-0029                 | AlMgSi0,5 90x120x1975     | 6,7 kg    |
| 28 | C nosač - unutarnji              | 4         | RP-MT-0028                 | S355JR 190x160x1624       | 30,8 kg   |
| 27 | C nosač - vanjski                | 4         | RP-MT-0027                 | S355JR 190x160x1624       | 30,8 kg   |
| 26 | B nosač - vanjski                | 2         | RP-MT-0026                 | S355JR 190x160x2746       | 54,8 kg   |
| 25 | B nosač - unutarnji              | 2         | RP-MT-0025                 | S355JR 190x160x2746       | 54,8 kg   |
| 24 | A nosač                          | 2         | RP-MT-0024                 | S355JR 102x160x3100       | 66 kg     |
| 23 | Nosač gonjenog lančanika         | 1         | RP-MT-0023                 | S355JR 150x120x1886       | 15,5 kg   |
| 22 | Pločica $\phi 21$                | 1         | DIN 6916                   | $\phi 21$                 |           |
| 21 | Matica M20                       | 2         | DIN 6915                   | 8                         | M20       |
| 20 | Pero                             | 1         | DIN 6885                   | 12x8x40                   |           |
| 19 | Gonjeni lančanik                 | 1         | RP-MT-0019                 | 1C45 $\phi 574 \times 82$ | 19 kg     |
| 18 | Lanac                            | 1         | 16 B-3X-157-DIN8187        |                           | 28 kg     |
| 17 | Sklop pogona                     | 1         | RP-MT-0017                 | $\phi 140 \times 458$     | 10,6 kg   |
| 16 | Elektromotor za okretanje        | 1         | WattDrive KH063-11N-80-066 | TH-TF-BR10                | 38 kg     |
| 15 | Matica M12                       | 4         | DIN 6915                   | 8                         | M12       |
| 14 | Podložna pločica $\phi 13$       | 8         | DIN 6916                   | 8                         | $\phi 13$ |
| 13 | Vijak                            | 4         | DIN 7990                   | 8,8                       | M12x45    |
| 12 | Sklop vodičice                   | 4         | RP-MT-0012                 | 250x495x723               | 13,8 kg   |
| 11 | Sklop kotača                     | 4         | SINKRO                     | 250x200x426               |           |
| 10 | Vijak za niveliranje             | 4,8       | DIN 7990                   | 8,8                       | M24x160   |
| 9  | Vijak nosača oplate              | 64        | DIN 7990                   | 8,8                       | M16x50    |
| 8  | Vijak                            | 16        | DIN 7990                   | 8,8                       | M10x40    |
| 7  | Vijak podnice                    | 16        | DIN 7990                   | 8,8                       | M16x130   |
| 6  | Segment podnice s nosačem motora | 1         | RP-MT-0006                 | S355JR 1600x1600x100      | 53 kg     |
| 5  | Segment podnice                  | 7         | RP-MT-0005                 | S355JR 1600x1600x100      | 44 kg     |
| 4  | Podložna pločica                 | 576       | DIN 6916                   | 8                         | $\phi 17$ |
| 3  | Matica M16                       | 288       | DIN 6915                   | 8                         | M16       |
| 2  | Vijak M16                        | 208       | DIN 7990                   | 8,8                       | M16x45    |
| 1  | Tračnica                         | 8         | RP-MT-0001                 | S355JR 338x83x1974        | 17,6 kg   |

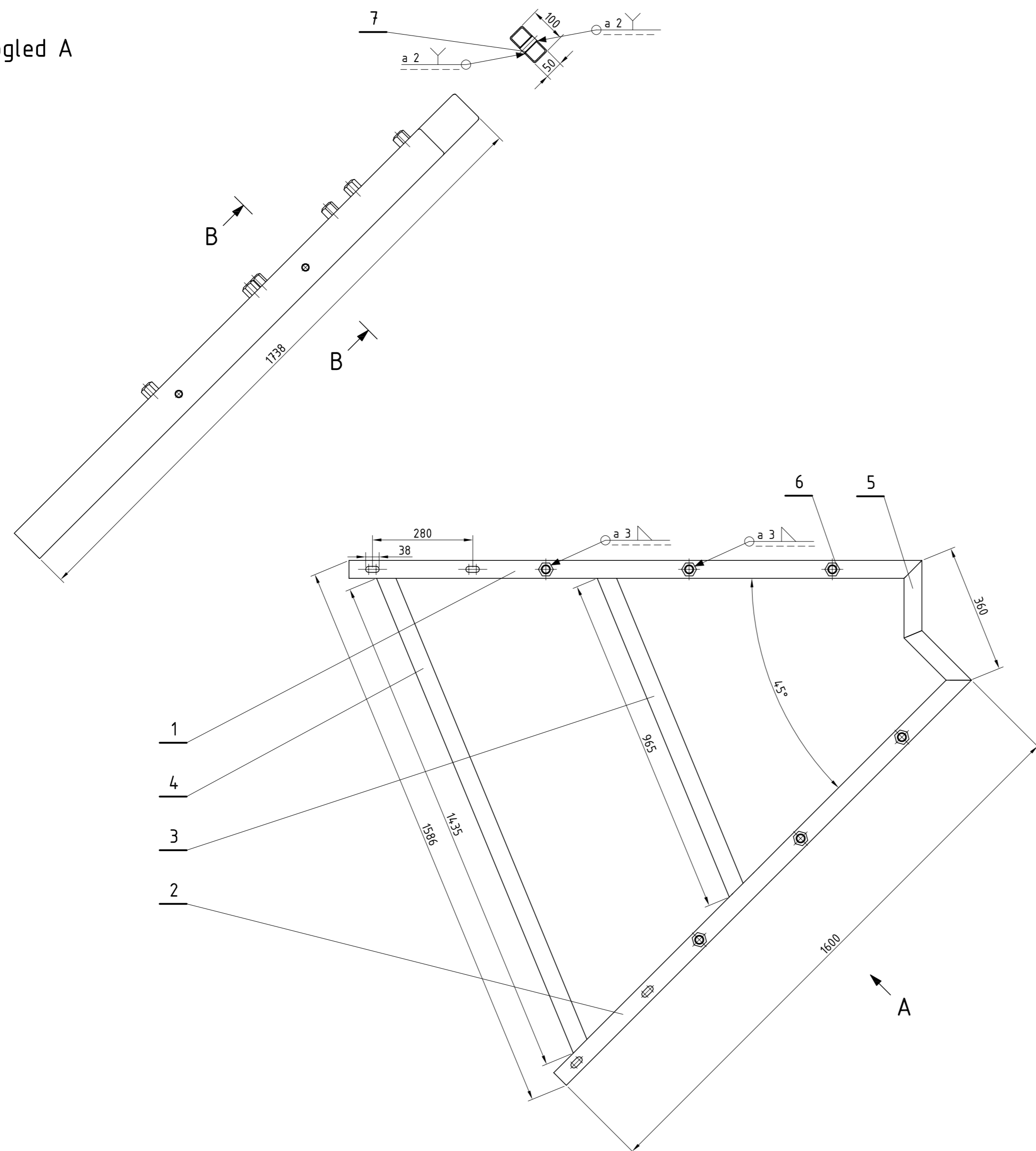
|                    |                                   |                      |            |           |           |           |        |
|--------------------|-----------------------------------|----------------------|------------|-----------|-----------|-----------|--------|
| Poz.               | Naziv dijela                      | Kom.                 | Crtež broj | Norma     | Materijal | Dimenzije | Opaska |
| Broj naziva - code | Datum                             | Ime i prezime        | Potpis     |           |           |           |        |
| Projektirao        | Marko Trupković                   |                      |            |           |           |           |        |
| Razradio           | Marko Trupković                   |                      |            |           |           |           |        |
| Crtao              | Marko Trupković                   |                      |            |           |           |           |        |
| Pregledao          | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |                      |            |           |           |           |        |
| ISO - tol.         | Objekt                            | Objekt broj          |            |           |           |           |        |
| $\phi 43H7/k6$     | -0,018<br>-0,023                  | Rotacijska platforma | R. N. broj |           |           |           |        |
| Opaska             |                                   |                      |            |           |           |           |        |
| Materijal          | Masa 1817                         |                      |            |           |           |           | Kopija |
| Mjerilo originala  | Naziv                             | Rotacijska platforma | 0          | Format A1 |           |           |        |
| 1:20               | Crtež broj                        | RP-MT-000            | 0          | Listova 1 |           |           |        |
|                    |                                   |                      |            | List 1    |           |           |        |

Napomena: Segmenti oplate ( Poz. 41, 42, 43, 44, 45, 46) zbog pojednostavljenja crteža prikazani su samo na pogledu H



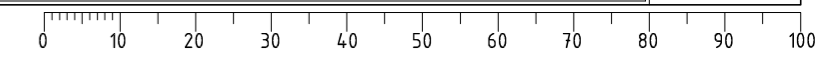
Pogled A

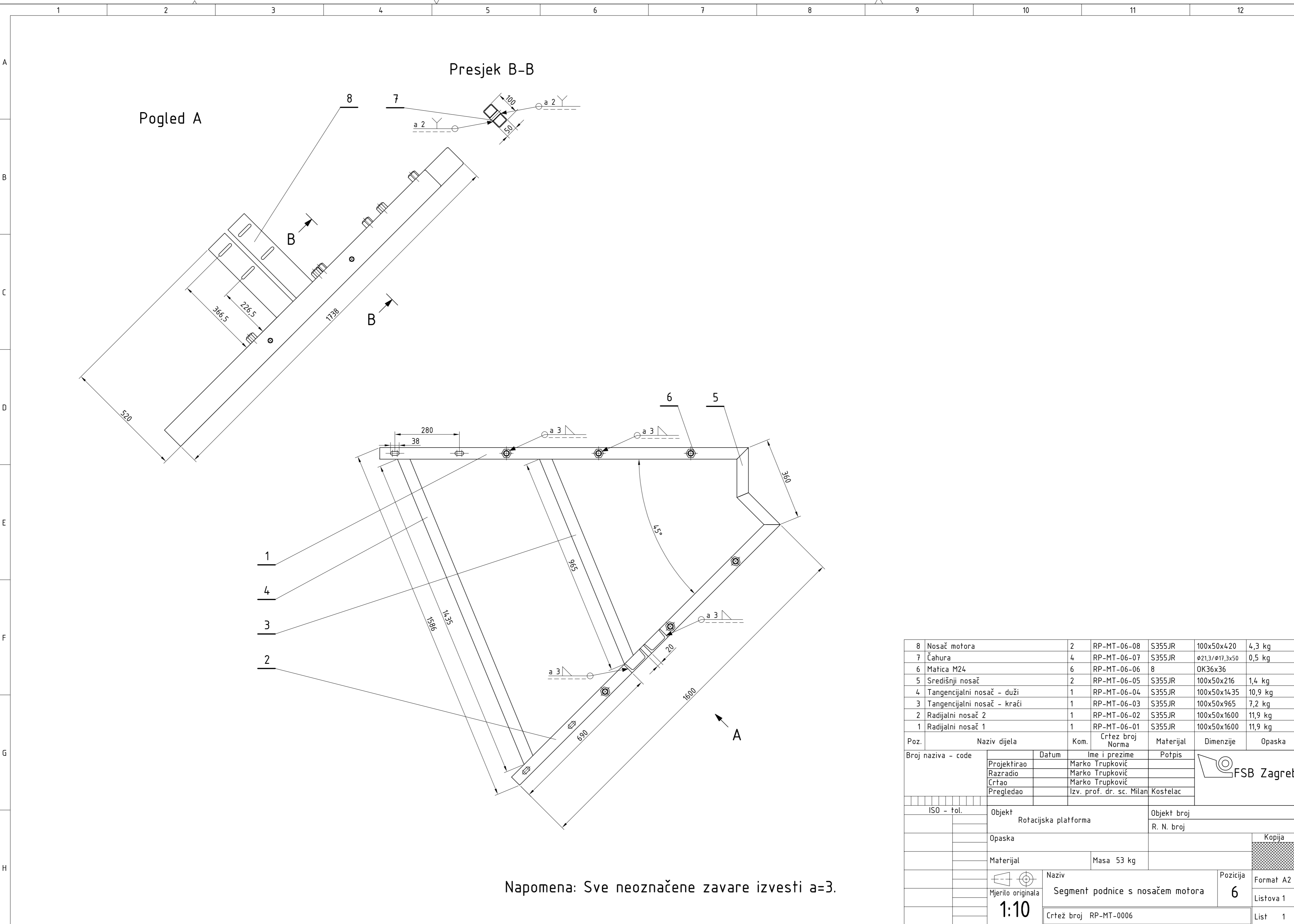
Presjek B-B



| 7                  | Čahura                      | 4                     | RP-MT-06-07                       | S355JR      | ø21,3/ø17,3x50 | 0,5 kg    |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|-----------|
| 6                  | Matica M24                  | 6                     | RP-MT-06-06                       | 8           | OK36x36        |           |
| 5                  | Središnji nosač             | 2                     | RP-MT-06-03                       | S355JR      | 100x50x216     | 1,4 kg    |
| 4                  | Tangencijalni nosač - duži  | 1                     | RP-MT-06-03                       | S355JR      | 100x50x1435    | 10,9 kg   |
| 3                  | Tangencijalni nosač - kraći | 1                     | RP-MT-06-03                       | S355JR      | 100x50x965     | 7,2 kg    |
| 2                  | Radijalni nosač 2           | 1                     | RP-MT-06-02                       | S355JR      | 100x50x1600    | 11,9 kg   |
| 1                  | Radijalni nosač 1           | 1                     | RP-MT-06-01                       | S355JR      | 100x50x1600    | 11,9 kg   |
| Poz.               | Naziv dijela                | Kom.                  | Crtez broj Norma                  | Materijal   | Dimenzije      | Opaska    |
| Broj naziva - code |                             | Datum                 | Ime i prezime                     | Potpis      |                |           |
| Projektirao        |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Razradio           |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Crtao              |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Pregledao          |                             |                       | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |                |           |
| ISO - fol.         |                             | Objekt                |                                   | Objekt broj |                |           |
|                    |                             | Rotacijska platforma  |                                   | R. N. broj  |                |           |
|                    |                             | Opaska                |                                   | Kopija      |                |           |
|                    |                             | Materijal             |                                   | Masa 44 kg  |                |           |
|                    |                             | Naziv                 |                                   | Pozicija    |                | Format A2 |
|                    |                             | Segment podnice       |                                   | 5           |                | Listova 1 |
|                    |                             | Crtez broj RP-MT-0005 |                                   |             |                | List 1    |

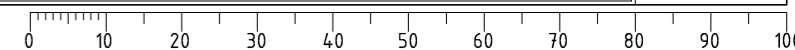
Napomena: Sve neoznačene zavare izvesti a=3.



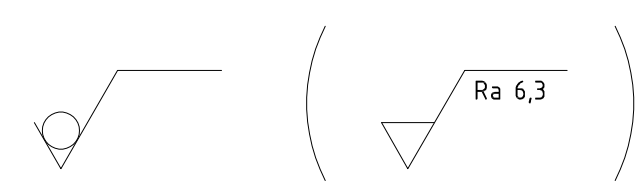


Napomena: Sve neoznačene zavare izvesti a=3.

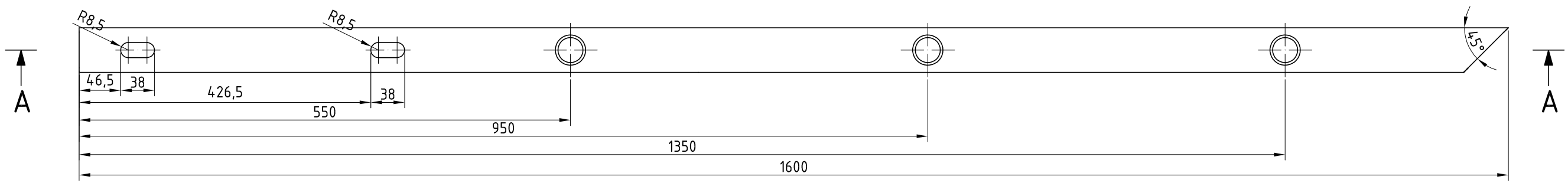
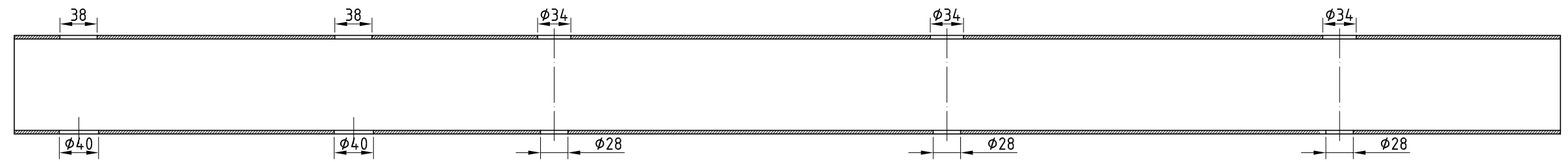
| 8                  | Nosač motora                | 2                     | RP-MT-06-08                       | S355JR      | 100x50x420     | 4,3 kg    |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------------|----------------|-----------|
| 7                  | Čahura                      | 4                     | RP-MT-06-07                       | S355JR      | ∅21,3/∅17,3x50 | 0,5 kg    |
| 6                  | Matica M24                  | 6                     | RP-MT-06-06                       | 8           | OK36x36        |           |
| 5                  | Središnji nosač             | 2                     | RP-MT-06-05                       | S355JR      | 100x50x216     | 1,4 kg    |
| 4                  | Tangencijalni nosač - duži  | 1                     | RP-MT-06-04                       | S355JR      | 100x50x1435    | 10,9 kg   |
| 3                  | Tangencijalni nosač - kraći | 1                     | RP-MT-06-03                       | S355JR      | 100x50x965     | 7,2 kg    |
| 2                  | Radijalni nosač 2           | 1                     | RP-MT-06-02                       | S355JR      | 100x50x1600    | 11,9 kg   |
| 1                  | Radijalni nosač 1           | 1                     | RP-MT-06-01                       | S355JR      | 100x50x1600    | 11,9 kg   |
| Poz.               | Naziv dijela                | Kom.                  | Crtež broj Norma                  | Materijal   | Dimenzije      | Opaska    |
| Broj naziva - code |                             | Datum                 | Ime i prezime                     | Potpis      |                |           |
| Projektirao        |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Razradio           |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Crtao              |                             |                       | Marko Trupković                   |             |                |           |
| Pregledao          |                             |                       | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |                |           |
| ISO - fol.         | Objekt                      | Rotacijska platforma  |                                   | Objekt broj |                |           |
|                    |                             |                       |                                   | R. N. broj  |                |           |
|                    | Opaska                      |                       |                                   |             | Kopija         |           |
|                    | Materijal                   | Masa 53 kg            |                                   |             |                |           |
|                    |                             | Naziv                 | Segment podnice s nosačem motora  |             | Pozicija       | Format A2 |
|                    | Mjerilo originala           |                       |                                   | 6           | Listova 1      |           |
|                    | 1:10                        | Crtež broj RP-MT-0006 |                                   |             | List 1         |           |



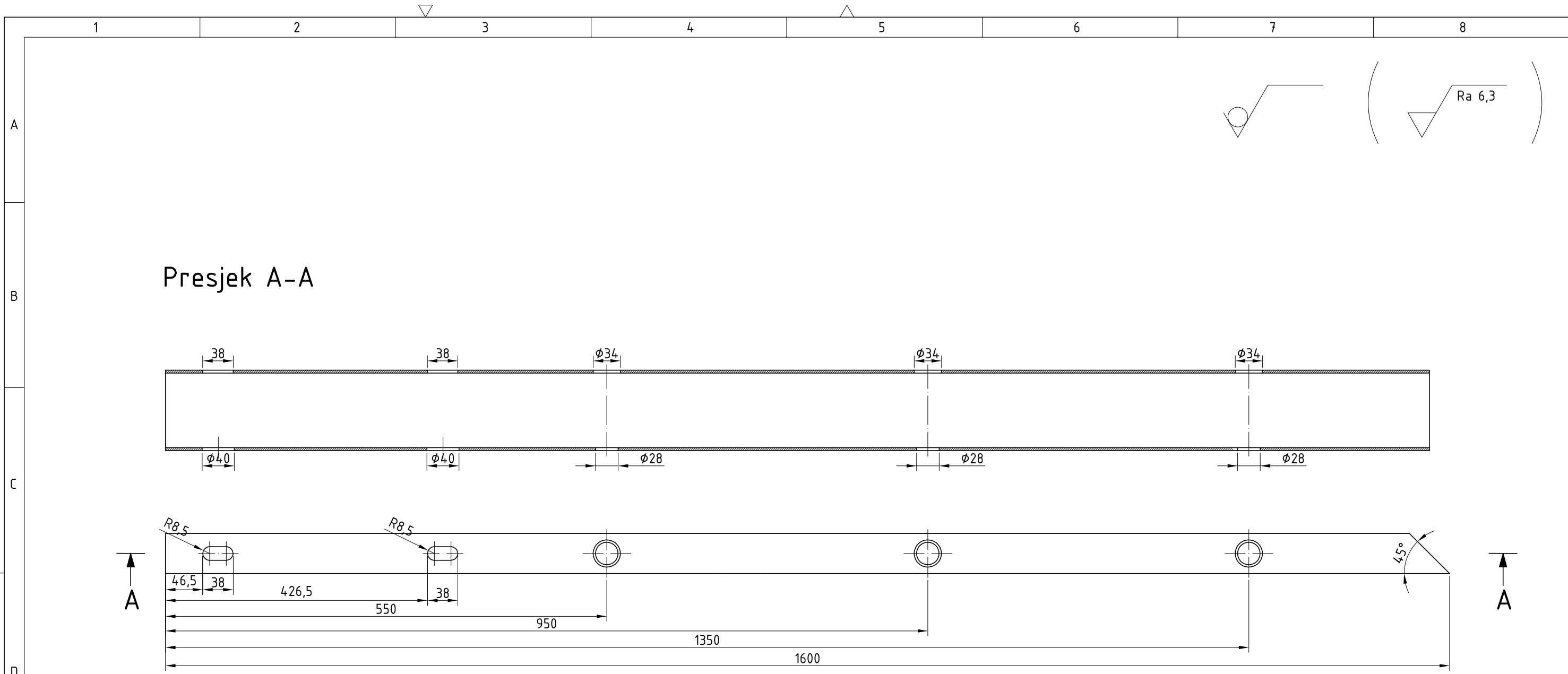



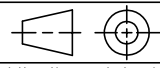


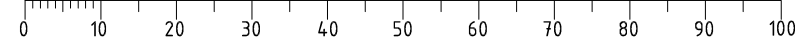
### Presjek A-A

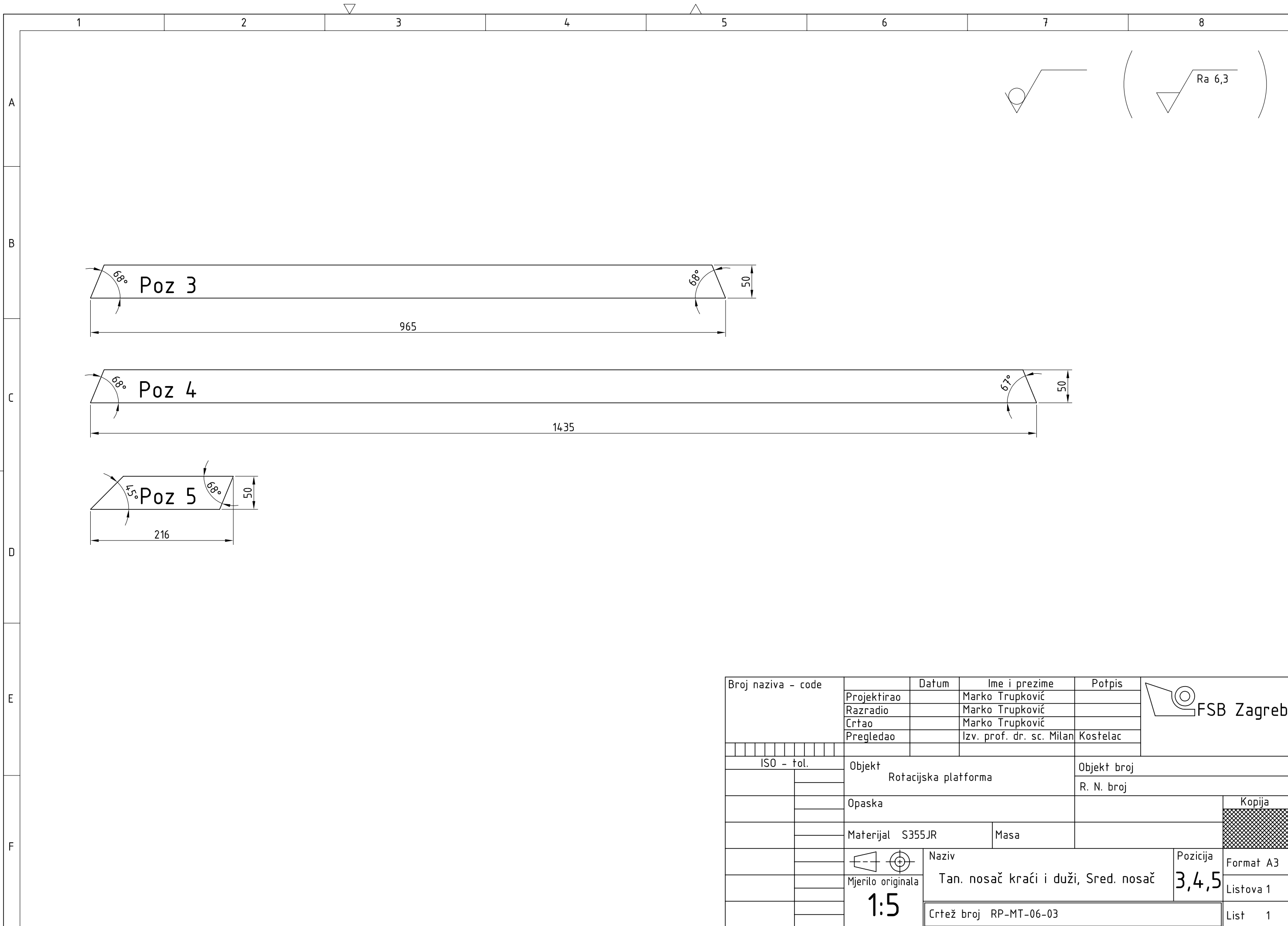


|                    |                                |                                   |                                   |                      |           |
|--------------------|--------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------|
| Broj naziva - code | Projektirao                    | Datum                             | Ime i prezime                     | Potpis               |           |
|                    | Razradio                       |                                   | Marko Trupković                   |                      |           |
|                    | Crtao                          |                                   | Marko Trupković                   |                      |           |
|                    | Pregledao                      |                                   | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |                      |           |
| ISO - tol.         | Objekt<br>Rotacijska platforma |                                   |                                   | Objekt broj          |           |
|                    | Opaska                         |                                   |                                   | R. N. broj           |           |
|                    | Materijal S355JR               | Masa 11,9 kg                      |                                   |                      | Kopija    |
|                    | <br>Mjerilo originala<br>1:5   | Naziv<br><b>Radijalni nosač 1</b> |                                   | Pozicija<br><b>1</b> | Format A3 |
|                    | Crtež broj RP-MT-06-01         |                                   |                                   | List<br>1            | Listova 1 |

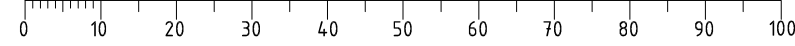


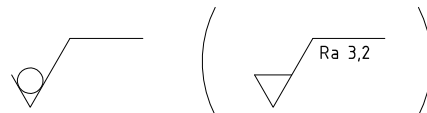
|                    |   |                          |                                   |   |   |          |
|--------------------|---|--------------------------|-----------------------------------|---|---|----------|
| Broj naziva - code | Projektirao   | Datum                    | Ime i prezime                     | Potpis  |  |          |
|                    | Razradio  |                          | Marko Trupković                   |   |   |          |
|                    | Crtao   |                          | Marko Trupković                   |   |   |          |
|                    | Pregledao   |                          | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |   |   |          |
| ISO - tol.         | Objekt<br>Rotacijska platforma  |                          |                                   | Objekt broj   |   |          |
|                    | Opaska  |                          |                                   | R. N. broj  |   |          |
|                    | Materijal S355JR  | Masa 11,9 kg             |                                   | <div style="background-color: #cccccc; width: 100px; height: 20px; display: inline-block;"></div> |   |          |
|                    |  | Naziv                    |                                   |   |   | Pozicija |
|                    | Mjerilo originala<br><b>1:5</b>   | <b>Radijalni nosač 2</b> |                                   |   |   | <b>2</b> |
|                    |   | Crtež broj RP-MT-06-02   |                                   |   | List 1  |          |



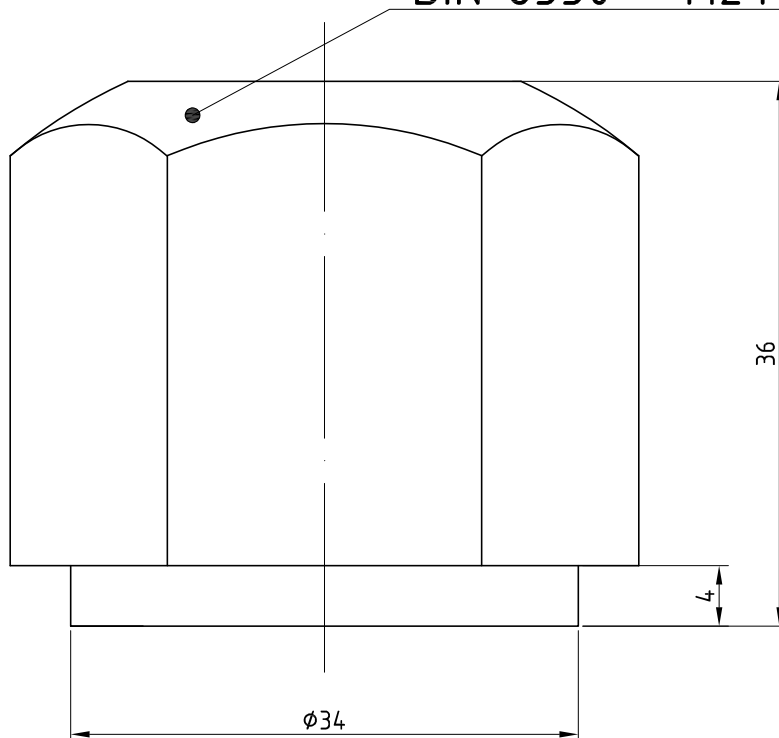



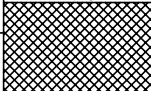
|                    |                                |   |                                   |             |                   |
|--------------------|--------------------------------|---|-----------------------------------|-------------|-------------------|
| Broj naziva - code | Projektirao                    | Datum   | Ime i prezime                     | Potpis      |                   |
|                    | Razradio                       |   | Marko Trupković                   |             |                   |
|                    | Crtao                          |   | Marko Trupković                   |             |                   |
|                    | Pregledao                      |   | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |                   |
| ISO - tol.         | Objekt<br>Rotacijska platforma |   |                                   | Objekt broj |                   |
|                    |                                |   |                                   | R. N. broj  |                   |
|                    | Opaska                         |   |                                   | Kopija      |                   |
|                    | Materijal S355JR               | Masa  |                                   |             |                   |
|                    |                                | Naziv<br>Tan. nosač kraći i duži, Sred. nosač |                                   |             | Pozicija<br>3,4,5 |
|                    | 1:5                            | Crtež broj RP-MT-06-03                        |                                   |             | Format A3         |
|                    |                                |   |                                   |             | Listova 1         |
|                    |                                |   |                                   |             | List 1            |

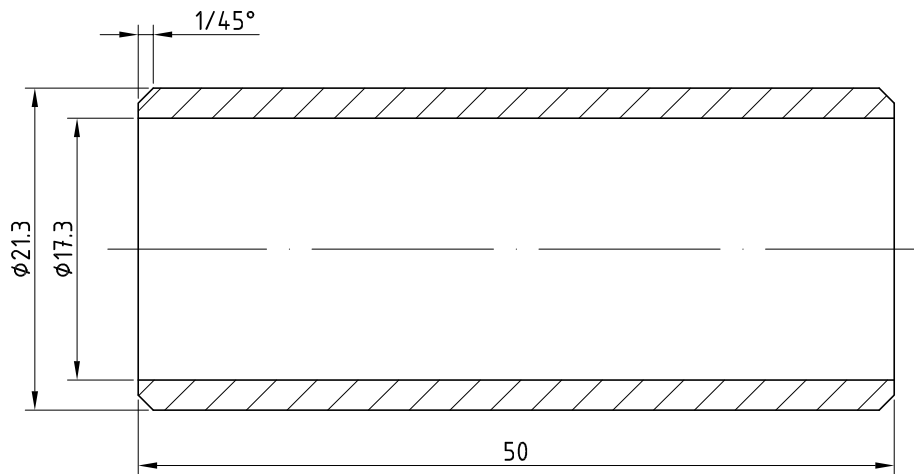
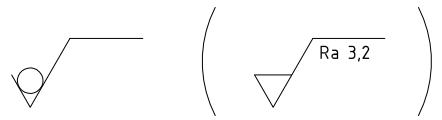



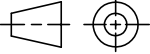


DIN 6330 - M24



|                    |   |                                   |          |   |
|--------------------|---|-----------------------------------|----------|---|
| Broj naziva - code | Datum   | Ime i prezime                     | Potpis   |  <b>FSB Zagreb</b> |
|                    | Projektirao   | Marko Trupković                   |          |   |
|                    | Razradio  | Marko Trupković                   |          |   |
|                    | Crtao   | Marko Trupković                   |          |   |
|                    | Pregledao   | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |          |   |
| ISO - tol.         | Objekt  | Objekt broj                       |          | Kopija  |
|                    | Rotacijska platforma  | R. N. broj                        |          |   |
|                    | Opaska  |                                   |          |                    |
|                    | Materijal 8   | Masa                              |          |   |
|                    |  | Naziv                             | Pozicija | Format A4   |
|                    | Mjerilo originala   | <b>Matica M24 - dorada</b>        | <b>6</b> | Listova 1   |
|                    | <b>2:1</b>  | Crtež broj RP-MT-06-06            |          | List 1  |



|                    |   |                                   |        |   |
|--------------------|---|-----------------------------------|--------|---|
| Broj naziva - code | Datum   | Ime i prezime                     | Potpis |  <b>FSB Zagreb</b> |
|                    | Projektirao   | Marko Trupković                   |        |   |
|                    | Razradio  | Marko Trupković                   |        |   |
|                    | Crtao   | Marko Trupković                   |        |   |
|                    | Pregledao   | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |        |   |
| ISO - tol.         | Objekt  | Objekt broj                       |        |   |
|                    | Rotacijska platforma  | R. N. broj                        |        |   |
|                    | Opaska  |                                   |        | Kopija  |
|                    | Materijal S355JR  | Masa 0,5 kg                       |        |   |
|                    |  Naziv | <b>Čahura</b>                     |        | Pozicija  |
|                    | Mjerilo originala   |                                   |        | 7   |
|                    | 2:1   | Crtež broj RP-MT-06-07            |        | Listova 1   |
|                    |   |                                   |        | List 1  |

1 2 3 4 5 6 7 8

A

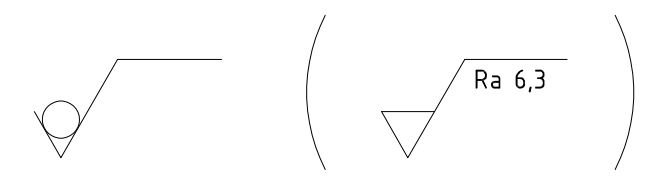
B

C

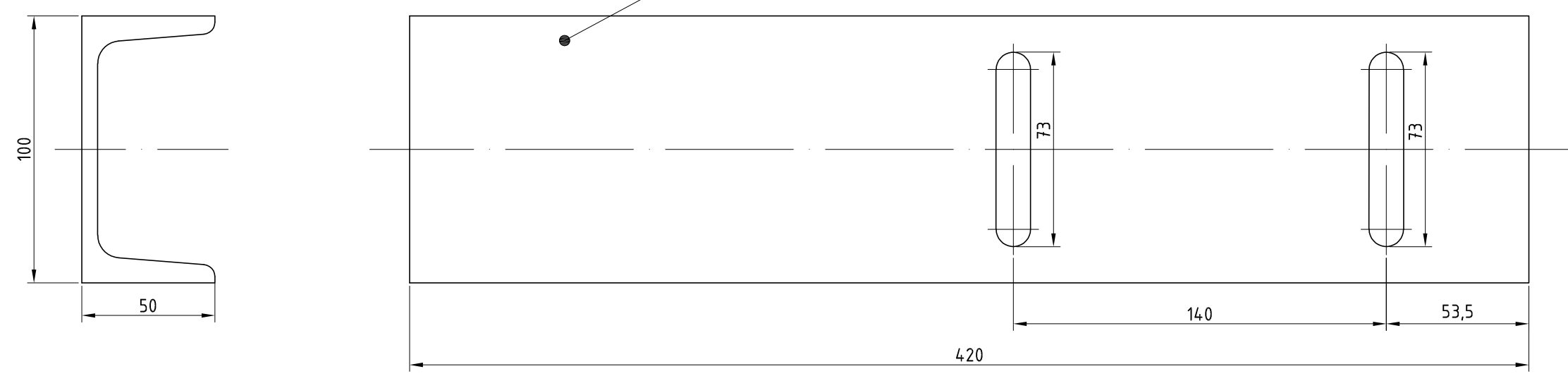
D

E

F

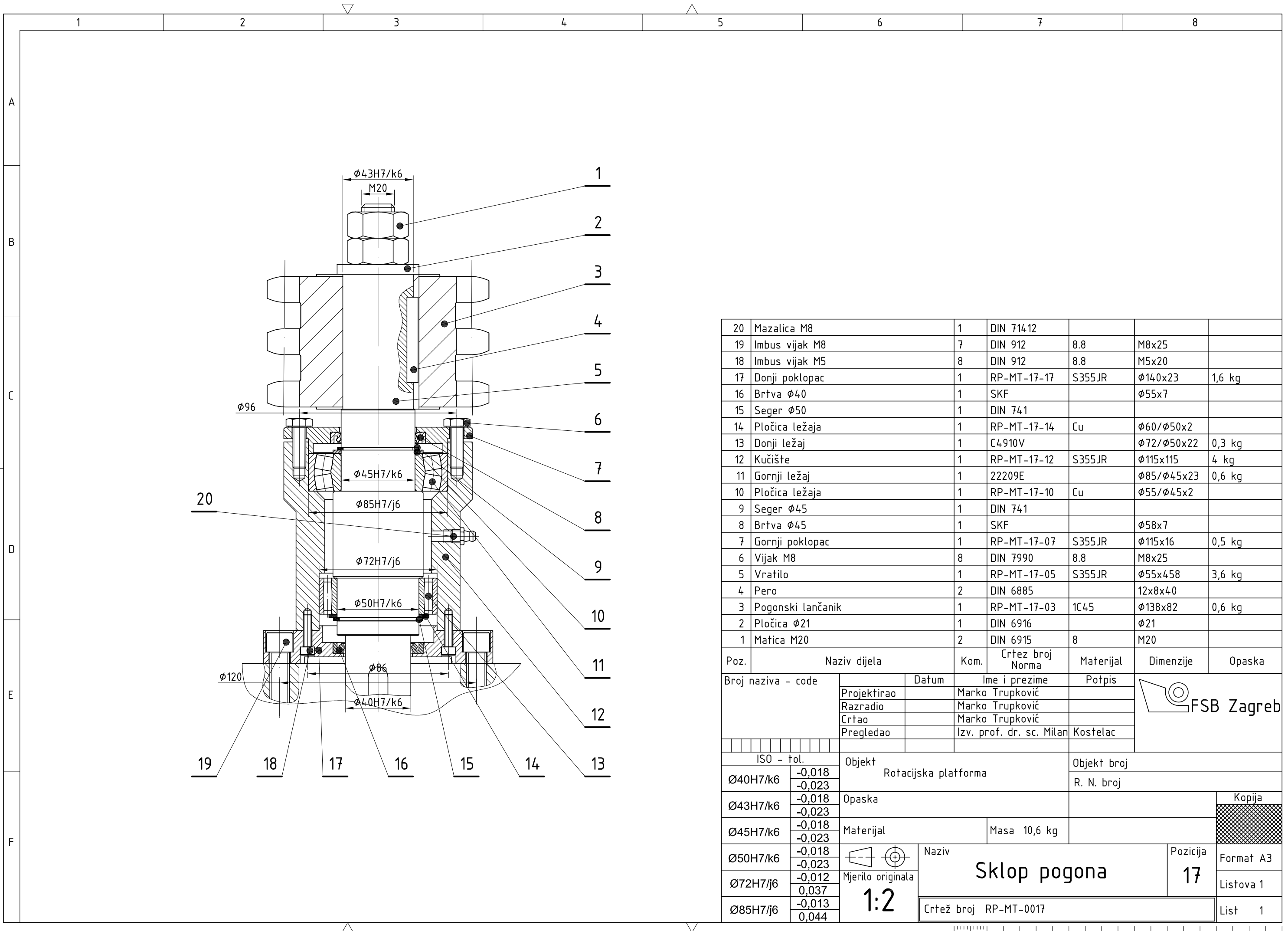


UNP 100



|                    |                                |                        |                                   |             |           |
|--------------------|--------------------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Broj naziva - code | Projektirao                    | Datum                  | Ime i prezime                     | Potpis      |           |
|                    | Razradio                       |                        | Marko Trupković                   |             |           |
|                    | Crtao                          |                        | Marko Trupković                   |             |           |
|                    | Pregledao                      |                        | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |           |
| ISO - tol.         | Objekt<br>Rotacijska platforma |                        |                                   | Objekt broj |           |
|                    | Opaska                         |                        |                                   | R. N. broj  |           |
|                    | Materijal S355JR               | Masa 4,3 kg            |                                   |             | Kopija    |
|                    |                                | Naziv                  | <b>Nosač motora</b>               |             | Format A3 |
|                    | Mjerilo originala              |                        |                                   | Pozicija    | Listova 1 |
|                    | 1:2                            | Crtež broj RP-MT-06-08 |                                   | 8           | List 1    |

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100

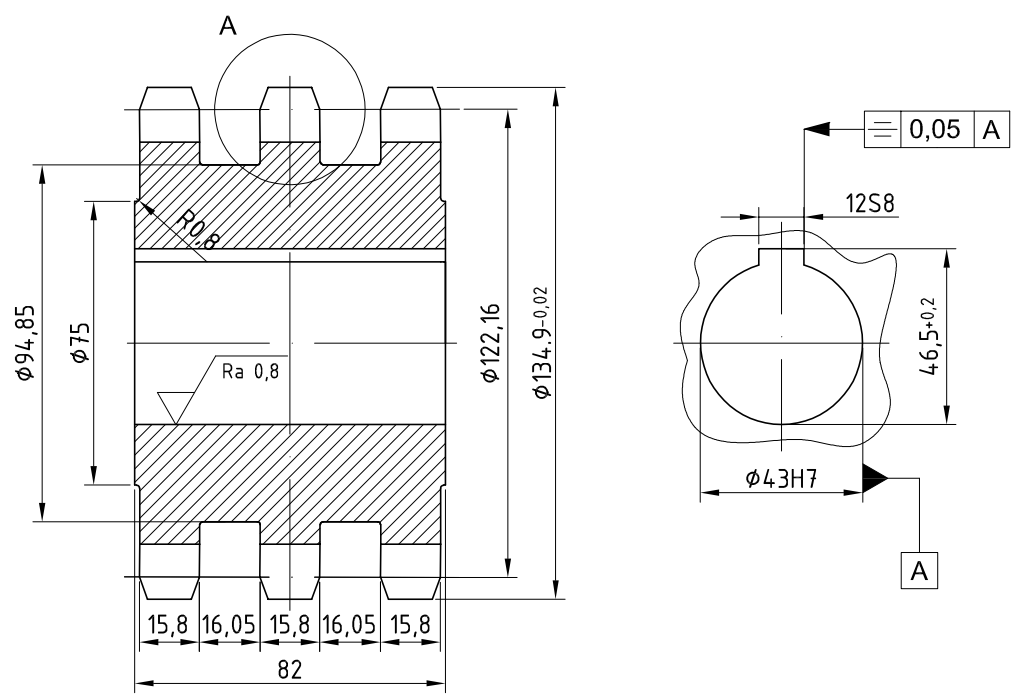
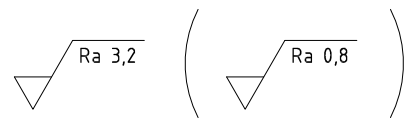


|    |                   |   |             |        |            |        |
|----|-------------------|---|-------------|--------|------------|--------|
| 20 | Mazalica M8       | 1 | DIN 71412   |        |            |        |
| 19 | Imbus vijak M8    | 7 | DIN 912     | 8.8    | M8x25      |        |
| 18 | Imbus vijak M5    | 8 | DIN 912     | 8.8    | M5x20      |        |
| 17 | Donji poklopac    | 1 | RP-MT-17-17 | S355JR | Ø140x23    | 1,6 kg |
| 16 | Brtva Ø40         | 1 | SKF         |        | Ø55x7      |        |
| 15 | Seger Ø50         | 1 | DIN 741     |        |            |        |
| 14 | Pločica ležaja    | 1 | RP-MT-17-14 | Cu     | Ø60/Ø50x2  |        |
| 13 | Donji ležaj       | 1 | C4910V      |        | Ø72/Ø50x22 | 0,3 kg |
| 12 | Kučište           | 1 | RP-MT-17-12 | S355JR | Ø115x115   | 4 kg   |
| 11 | Gornji ležaj      | 1 | 22209E      |        | Ø85/Ø45x23 | 0,6 kg |
| 10 | Pločica ležaja    | 1 | RP-MT-17-10 | Cu     | Ø55/Ø45x2  |        |
| 9  | Seger Ø45         | 1 | DIN 741     |        |            |        |
| 8  | Brtva Ø45         | 1 | SKF         |        | Ø58x7      |        |
| 7  | Gornji poklopac   | 1 | RP-MT-17-07 | S355JR | Ø115x16    | 0,5 kg |
| 6  | Vijak M8          | 8 | DIN 7990    | 8.8    | M8x25      |        |
| 5  | Vratilo           | 1 | RP-MT-17-05 | S355JR | Ø55x458    | 3,6 kg |
| 4  | Pero              | 2 | DIN 6885    |        | 12x8x40    |        |
| 3  | Pogonski lančanik | 1 | RP-MT-17-03 | 1C45   | Ø138x82    | 0,6 kg |
| 2  | Pločica Ø21       | 1 | DIN 6916    |        | Ø21        |        |
| 1  | Matica M20        | 2 | DIN 6915    | 8      | M20        |        |

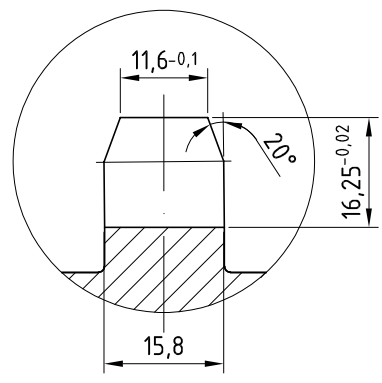
  

| Poz.               | Naziv dijela     | Kom.                  | Crtez broj Norma                  | Materijal | Dimenzije   | Opaska    |
|--------------------|------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------|-------------|-----------|
| Broj naziva - code |                  | Datum                 | Ime i prezime                     | Potpis    |             |           |
| Projektirao        |                  |                       | Marko Trupković                   |           |             |           |
| Razradio           |                  |                       | Marko Trupković                   |           |             |           |
| Crtao              |                  |                       | Marko Trupković                   |           |             |           |
| Pregledao          |                  |                       | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |           |             |           |
| ISO - tol.         |                  | Objekt                | Ime i prezime                     |           | Objekt broj |           |
| Ø40H7/k6           | -0,018<br>-0,023 | Rotacijska platforma  |                                   |           | R. N. broj  |           |
| Ø43H7/k6           | -0,018<br>-0,023 | Opaska                |                                   |           |             | Kopija    |
| Ø45H7/k6           | -0,018<br>-0,023 | Materijal             | Masa 10,6 kg                      |           |             |           |
| Ø50H7/k6           | -0,018<br>-0,023 | Naziv                 |                                   |           | Pozicija    | Format A3 |
| Ø72H7/j6           | -0,012<br>0,037  | Sklop pogona          |                                   |           | 17          | Listova 1 |
| Ø85H7/j6           | -0,013<br>0,044  | Crtez broj RP-MT-0017 |                                   |           |             | List 1    |





Detalj A (M 1:1)

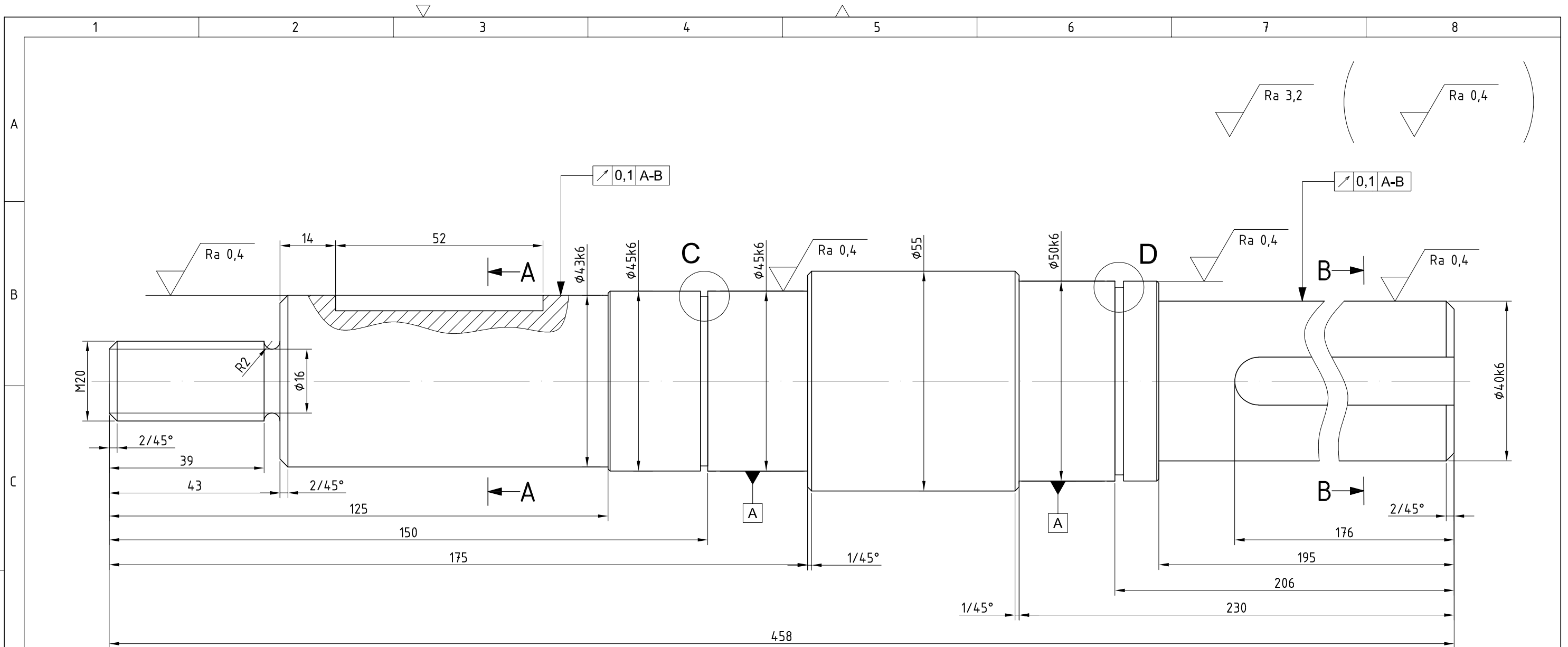


DIN 8192  
 Lanac: 16 B - 3  
 Broj zubiju: z=15  
 Korak: t=25,4 mm

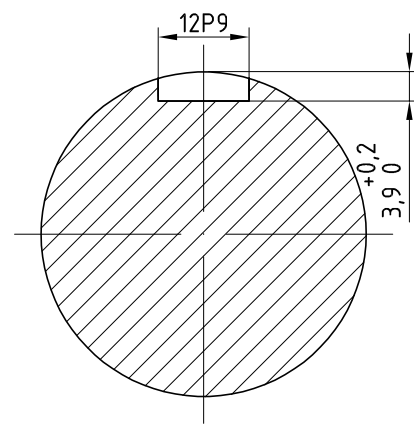
NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

|                               |                  |                          |                                   |             |           |
|-------------------------------|------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Broj naziva - code            |                  | Datum                    | Ime i prezime                     | Potpis      |           |
| Projektirao                   |                  |                          | Marko Trupković                   |             |           |
| Razradio                      |                  |                          | Marko Trupković                   |             |           |
| Crtao                         |                  |                          | Marko Trupković                   |             |           |
| Pregledao                     |                  |                          | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |           |
| ISO - tol.                    |                  | Objekt                   |                                   | Objekt broj |           |
| <b>12S8</b>                   | -0,028<br>-0,055 | Rotacijska platforma     |                                   | R. N. broj  |           |
| <b><math>\phi 43H7</math></b> | 0,025<br>0       | Opaska                   |                                   | Kopija      |           |
| Materijal                     |                  | 1C45                     | Masa                              | 0,6 kg      |           |
| Mjerilo originala             |                  | Naziv                    |                                   | Pozicija    | Format A4 |
| <b>1:1</b>                    |                  | <b>Pogonski lančanic</b> |                                   | <b>3</b>    | Listova 1 |
|                               |                  | Crtež broj               |                                   | RP-MT-17-03 | List 1    |

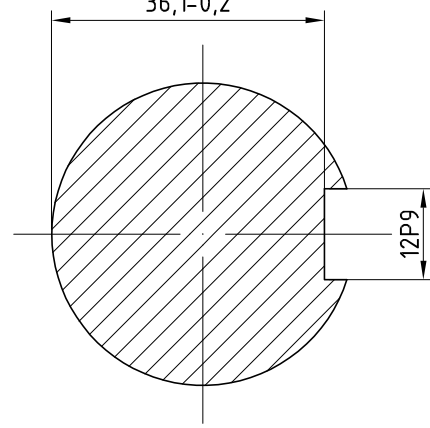




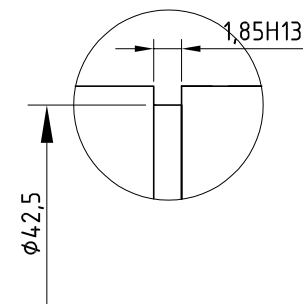
Presjek A-A



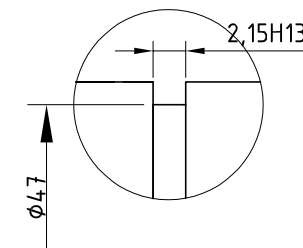
Presjek B-B



Detalj C (M 2:1)



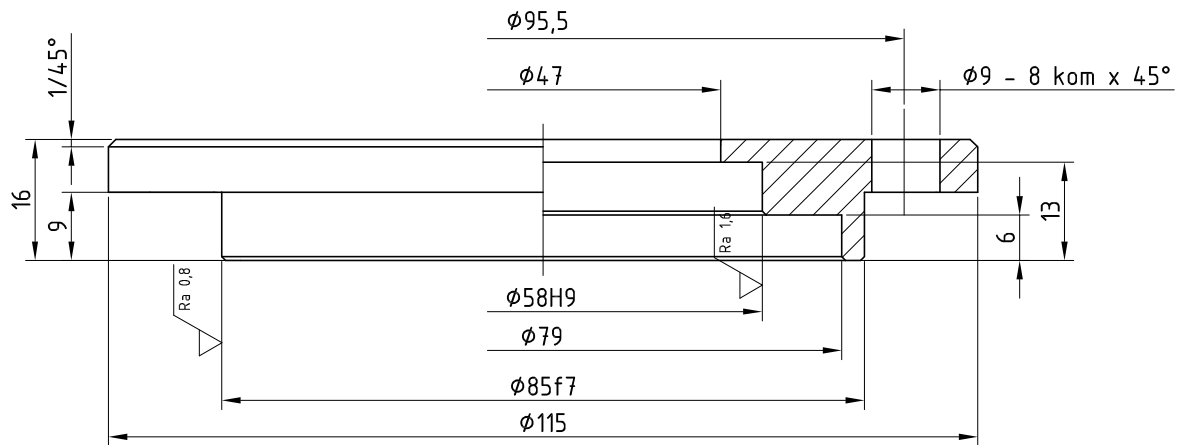
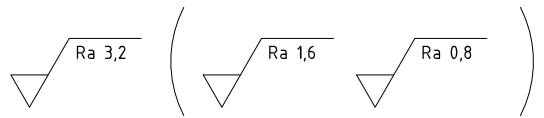
Detalj D (M 2:1)



NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

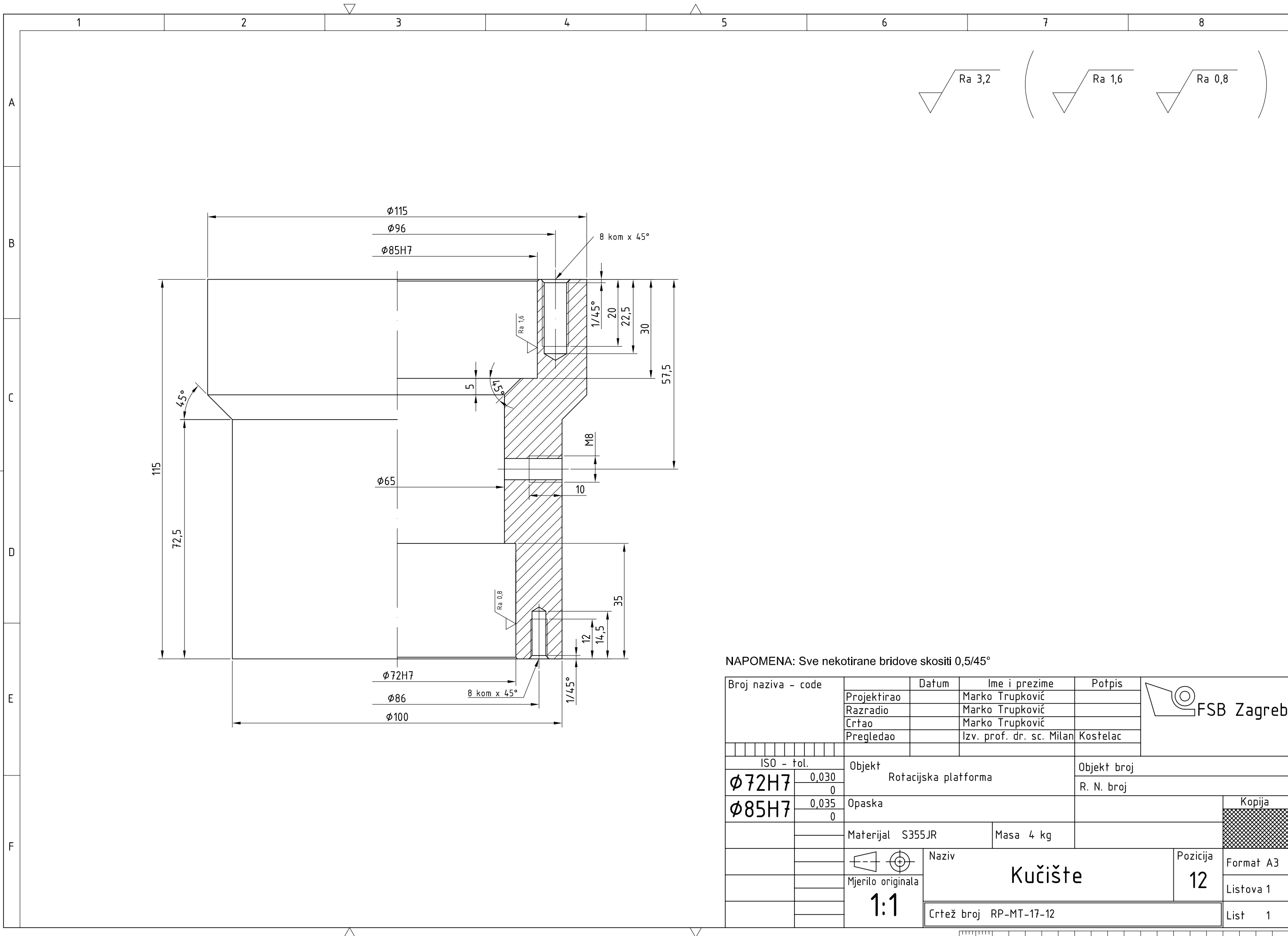
|                          |                      |                                   |        |           |
|--------------------------|----------------------|-----------------------------------|--------|-----------|
| Broj naziva - code       | Datum                | Ime i prezime                     | Potpis |           |
| Projektirao              |                      | Marko Trupković                   |        |           |
| Razradio                 |                      | Marko Trupković                   |        |           |
| Crtao                    |                      | Marko Trupković                   |        |           |
| Pregledao                |                      | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |        |           |
| ISO - tol.               | Objekt               | Objekt broj                       |        | Kopija    |
| 1,85H13<br>0,140<br>0    | Rotacijska platforma | R. N. broj                        |        |           |
| 2,15H13<br>0,140<br>0    | Opaska               |                                   |        |           |
| 12P9<br>-0,018<br>-0,061 | Materijal S355JR     | Masa                              |        |           |
| Ø40k6<br>0,018<br>0,002  | Mjerilo originala    | Naziv                             |        | Format A3 |
| Ø43k6<br>0,018<br>0,002  | 1:1                  | Vratilo                           |        | Lista 1   |
| Ø45k6<br>0,018<br>0,002  |                      | Crtež broj RP-MT-17-05            |        | Lista 1   |





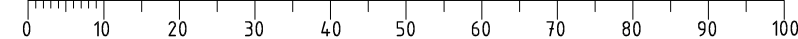
NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

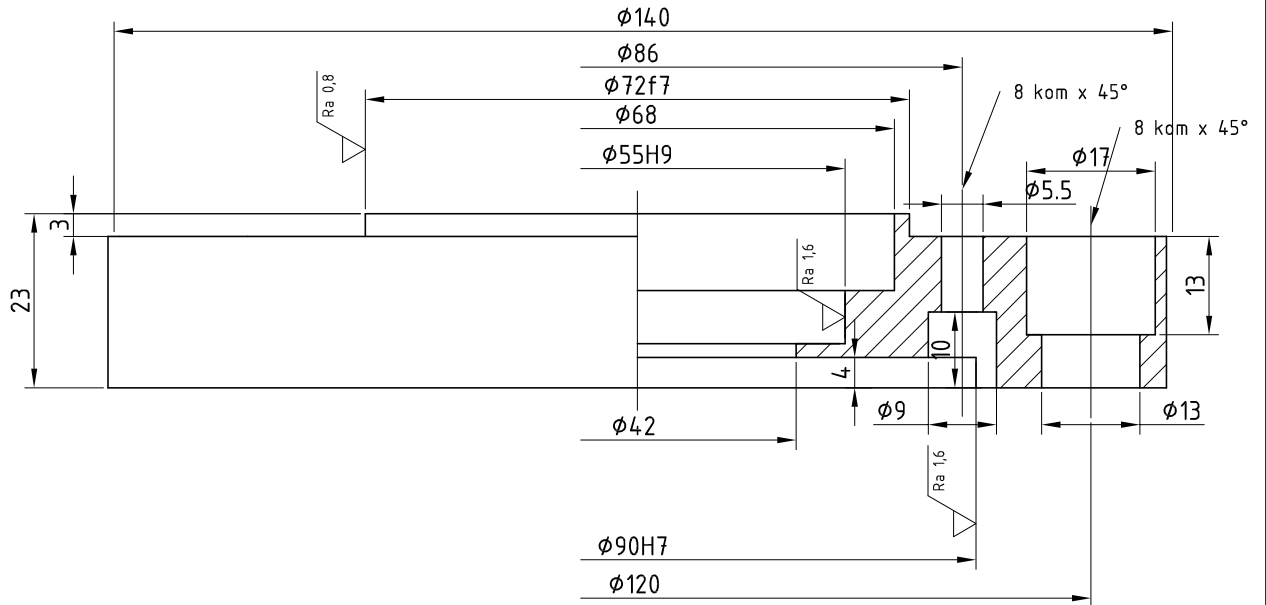
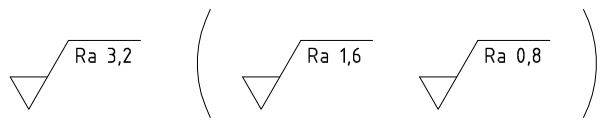
|                               |                      |                                   |           |  |
|-------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------|--|
| Broj naziva - code            | Datum                | Ime i prezime                     | Potpis    |  |
|                               | Projektirao          | Marko Trupković                   |           |  |
|                               | Razradio             | Marko Trupković                   |           |  |
|                               | Crtao                | Marko Trupković                   |           |  |
|                               | Pregledao            | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |           |  |
| ISO - tol.                    | Objekt               | Objekt broj                       |           |  |
| <b>φ58H79</b> +0,074<br>0     | Rotacijska platforma | R. N. broj                        |           |  |
| <b>φ85f7</b> -0,036<br>-0,071 | Opaska               |                                   | Kopija    |  |
|                               | Materijal S355JR     | Masa 0,5 kg                       |           |  |
|                               |                      | Naziv                             | Pozicija  |  |
|                               | Mjerilo originala    | <b>Gornji poklopac</b>            | <b>7</b>  |  |
|                               | <b>1:1</b>           | Crtež broj RP-MT-17-07            | Format A4 |  |
|                               |                      |                                   | Listova 1 |  |
|                               |                      |                                   | List 1    |  |



NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

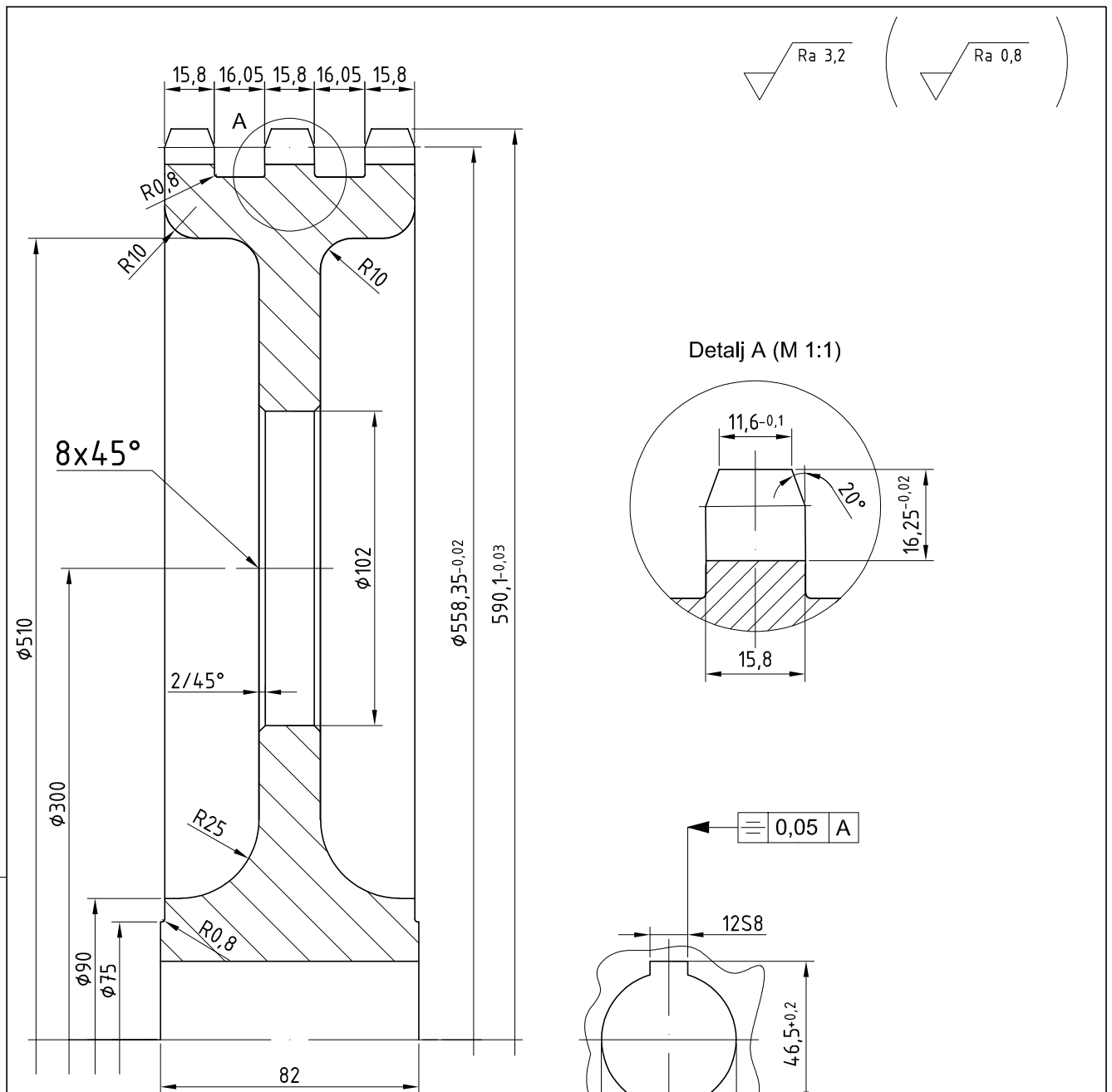
|                    |             |                        |                                   |             |           |
|--------------------|-------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|-----------|
| Broj naziva - code | Projektirao | Datum                  | Ime i prezime                     | Potpis      |           |
|                    | Razradio    |                        | Marko Trupković                   |             |           |
|                    | Crtao       |                        | Marko Trupković                   |             |           |
|                    | Pregledao   |                        | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |           |
| ISO - tol.         |             | Objekt                 |                                   | Objekt broj |           |
| $\phi 72H7$        | 0,030<br>0  | Rotacijska platforma   |                                   | R. N. broj  |           |
| $\phi 85H7$        | 0,035<br>0  | Opaska                 |                                   | Kopija      |           |
|                    |             | Materijal              | S355JR                            | Masa        | 4 kg      |
|                    |             | Mjerilo originala      | Naziv                             |             | Pozicija  |
|                    |             | 1:1                    | Kučište                           |             | 12        |
|                    |             | Crtež broj RP-MT-17-12 |                                   |             | Format A3 |
|                    |             |                        |                                   |             | Listova 1 |
|                    |             |                        |                                   |             | List 1    |





NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

|                    |                  |                        |                                   |             |  |          |
|--------------------|------------------|------------------------|-----------------------------------|-------------|--|----------|
| Broj naziva - code |                  | Datum                  | Ime i prezime                     | Potpis      |  |          |
|                    |                  | Projektirao            | Marko Trupković                   |             |  |          |
|                    |                  | Razradio               | Marko Trupković                   |             |  |          |
|                    |                  | Crtao                  | Marko Trupković                   |             |  |          |
|                    |                  | Pregledao              | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |             |  |          |
| ISO - tol.         |                  | Objekt                 |                                   | Objekt broj |  |          |
| Ø55H9              | +0,074<br>0      | Rotacijska platforma   |                                   | R. N. broj  |  |          |
| Ø72j7              | -0,036<br>-0,071 | Opaska                 |                                   | Kopija      |  |          |
| Ø90H7              | +0,035<br>0      | Materijal S355JR       | Masa 1,6 kg                       |             |  |          |
|                    |                  | Naziv                  |                                   |             |  | Pozicija |
|                    |                  | Donji poklopac         |                                   |             |  | 17       |
|                    |                  | Crtež broj RP-MT-17-17 |                                   |             |  |          |
|                    |                  | Mjerilo originala      |                                   | Format A4   |  |          |
|                    |                  | 1:1                    |                                   | Listova 1   |  |          |
|                    |                  |                        |                                   | List 1      |  |          |



DIN 8192  
 Lanac: 16 B - 3  
 Broj zubiju: z=71  
 Korak: t=25,4 mm

NAPOMENA: Sve nekotirane bridove skositi 0,5/45°

|                    |                   |                      |                                   |                       |            |           |
|--------------------|-------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------|------------|-----------|
| Broj naziva - code | Projektirao       | Datum                | Ime i prezime                     | Potpis                |            |           |
|                    | Razradio          |                      | Marko Trupković                   |                       |            |           |
|                    | Crtao             |                      | Marko Trupković                   |                       |            |           |
|                    | Pregledao         |                      | Izv. prof. dr. sc. Milan Kostelac |                       |            |           |
| ISO - tol.         | Objekt            |                      |                                   | Objekt broj           |            |           |
| 12S8               | -0,028<br>-0,055  | Rotacijska platforma |                                   |                       | R. N. broj |           |
| Ø43H7              | 0,025<br>0        | Opaska               |                                   |                       |            | Kopija    |
|                    | Materijal         | 1C45                 | Masa                              | 19 kg                 |            |           |
|                    |                   |                      |                                   | Naziv                 | Pozicija   | Format A4 |
|                    | Mjerilo originala |                      |                                   | Gonjeni lančanik      | 19         | Listova 1 |
|                    | 1:1               |                      |                                   | Crtež broj RP-MT-0019 |            | List 1    |

## Specifikacija pogonskog motora

|   |   |                     |
|---|---|---------------------|
| <b>Gear series :</b>  | <b>Helical bevel geared motors</b>  |                     |
| <b>Type :</b>   | <b>KH063-11N-80-06E-TH-TF-BR10</b>  |                     |
| <b><u>Operation data :</u></b>                              |   |                     |
| Ambient temperature :                                       | +20   | °C                  |
| Type of operation :   | S1  |                     |
| <b><u>Motor data :</u></b>                                  |   |                     |
| Series :  | WEG Modular System Motor (EUSAS)  |                     |
| Housing material :  | Aluminium   |                     |
| Efficiency class $\eta$ :                                   | IE1-63.0%   |                     |
| Type :  | 11N   |                     |
| Motor power :   | 0.37  | [kW]                |
| Rated speed :   | 920   | [rpm]               |
| Rated torque :  | 3.8   | [Nm]                |
| Voltage :   | 230/400   | [V]                 |
| Frequency :   | 50  | [Hz]                |
| Connection :  | D/Y   |                     |
| Rated current :   | 2.0 / 1.1   | [A]                 |
| Starting to rated current :                                 | 3.6   |                     |
| 'cos $\phi$ ' :   | 0.75  |                     |
| Protection class :  | IP 55   |                     |
| Mounting position of the terminal box :                     | side 4 cable entry I  |                     |
| Insulation class :  | F   |                     |
| Mass moment of inertia :                                    | 1.90x10 <sup>-3</sup>   | [kgm <sup>2</sup> ] |
| <b><u>Further motor executions :</u></b>                    |   |                     |
| Fan :   | self ventilated   |                     |
| Temperature controller :                                    | Bimetal switch NCC (TH) and PTC thermistor (TF) for switch off                            |                     |
| Ball bearing :  | Standard  |                     |
| <b><u>Brake data :</u></b>                                  |   |                     |
| Type :  | BR10  | [Nm]                |
| Supply voltage for rectifier :                              | Choice is necessary!  |                     |
| Rectifier / brake type :                                    | Choice is necessary!  |                     |
| <b><u>Gear data :</u></b>                                   |   |                     |
| Max. perm. thermal power limit at +20 °C and S1 operation : | 10  | [kW]                |
| Output speed :  | 4.7   | [rpm]               |
| Output torque :   | 760   | [Nm]                |
| Service factor :  | 1.10  |                     |
| Gear stages :   | 3   |                     |
| Ratio :   | 198.00  |                     |
| Circumferential backlash (min-max) :                        | 6' - 18'  |                     |
| Max. perm. input speed :                                    | 3000  | [rpm]               |
| Mounting position :   | M1  |                     |
| Hollow shaft :  | Ø 40 H7   | [mm]                |
| Keyway :  | DIN6885.1   |                     |
| Painting :  | LC1 - Indoor installation neutral atmosphere<br>NDFT 60 $\mu$ m (C1 - DIN EN ISO 12944-5) |                     |
| Color :   | RAL 7011 (Iron grey)  |                     |
| Total weight :  | 38.1  | [kg]                |
| <b><u>Input side :</u></b>                                  |   |                     |
| Type :  | IEC direct mounting   |                     |
| Input shaft :   | Ø 24 j6 x 18,5 mm   |                     |
| Input flange :  | FC120   |                     |
| <b><u>Further executions gear unit :</u></b>                |   |                     |
| Lubricant :   | Mineral oil - CLP ISO VG 220  |                     |