

# KONSTRUKCIJA HIDRAULIČKIH ŠKARA ZA TRUPCE

---

**Bišćan, Marijan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:917242>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-10**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

# KONSTRUKCIJA HIDRAULIČKIH ŠKARA ZA TRUPCE

---

**Bišćan, Marijan**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:917242>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2023-02-15**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
*Stručni studij Mehatronike*

Marijan Bišćan

**Konstrukcija hidrauličkih škara  
za trupce**

**Design of hydraulic log grapple**

Završni rad

Karlovac, 2020.

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
STROJARSKI ODJEL  
*Stručni studij Mehatronike*

Marijan Bišćan

**KONSTRUKCIJA  
HIDRAULIČKIH ŠKARA ZA  
TRUPCE**

**Design of hydraulic log grapple**

Završni rad

Nikola Šimunić, mag.ing.mech.

Karlovac, 2020.

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

Zahvaljujem se svome mentoru, mag. ing. mech. Nikoli Šimuniću na savjetima i pomoći tijekom izrade ovog rada.

Zahvaljujem se i svojim roditeljima na njihovoj potpori tijekom studiranja.

Marijan Bišćan

## SADRŽAJ

|  |      |
|--|------|
| SADRŽAJ .....                                    | I    |
| POPIS SLIKA .....                                | III  |
| POPIS TABLICA.....                               | V    |
| POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE .....               | VI   |
| POPIS OZNAKA .....                               | VII  |
| SAŽETAK.....                                     | VIII |
| SUMMARY .....                                    | IX   |
| 1. UVOD .....                                    | 1    |
| 1.1. Ogrjevno drvo .....                         | 1    |
| 1.2. Proces pripreme ogrjevnog drva .....        | 2    |
| 1.3. Problematika.....                           | 3    |
| 2. HIDRAULIČKE ŠKARE ZA TRUPCE.....              | 4    |
| 2.1. Opis, namjena i princip rada .....          | 4    |
| 2.2. Način priključka .....                      | 5    |
| 2.3. Analiza tržišta.....                        | 7    |
| 2.3.1. Krpan GR 110 .....                        | 7    |
| 2.3.2. Deleks DK10 .....                         | 8    |
| 2.3.3. Uniforest 1100.....                       | 9    |
| 3. KONSTRUKCIJA.....                             | 10   |
| 3.1. Idejno rješenje .....                       | 10   |
| 3.1.1. Ulazni parametri.....                     | 10   |
| 3.1.2. Skica .....                               | 11   |
| 3.1.3. Koncept .....                             | 11   |
| 3.2. Odabir hidrauličkih komponenata .....       | 13   |
| 3.2.1. Rotator.....                              | 13   |
| 3.2.2. Hidraulički cilindar .....                | 16   |
| 3.2.3. Hidraulička crijeva .....                 | 17   |
| 3.2.4. Dupli blokirni ventil.....                | 19   |
| 3.3. Proračun nosivih dijelova.....              | 19   |
| 3.3.1. Proračun svornjaka na odrez/smik .....    | 20   |
| 3.3.2. Proračun prirubnice .....                 | 25   |
| 3.4. Simulacija naprezanja.....                  | 28   |
| 3.5. Odabir uložnih standardnih dijelova .....   | 41   |
| 3.5.1. Mazalica .....                            | 41   |
| 3.5.2. Rascjepka i podloška.....                 | 42   |
| 3.6. Modeliranje i opis dijelova u CATIA V5..... | 43   |
| 3.6.1. Sklop s popisom dijelova .....            | 44   |
| 3.6.2. Opis dijelova .....                       | 45   |

---

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 3.6.3. Dimenzije sklopa..... | 49 |
| 4. KONAČNI PROIZVOD .....    | 50 |
| 5. ZAKLJUČAK .....           | 52 |
| PRILOZI.....                 | 53 |
| LITERATURA.....              | 54 |

## POPIS SLIKA

|   |    |
|---|----|
| Slika 1. 1. Ogrjevno drvo. [ 3].....  | 1  |
| Slika 1. 2. Trupci. [4] .....   | 2  |
| Slika 1. 3. Utovar trupaca. [5] .....   | 3  |
| Slika 2. 1. Hidrauličke škare za trupce s rotatorom. [6].....                   | 5  |
| Slika 2. 2. Hidrauličke škare priključene na dizalicu. [8] .....                | 6  |
| Slika 2. 3. Hidrauličke škare priključene na traktor. [9] .....                 | 6  |
| Slika 2. 4. Krpan GR 110. [10] .....  | 7  |
| Slika 2. 5. Deleks DK10. [11] .....   | 8  |
| Slika 2. 6. Uniforest 1100. [13].....   | 9  |
| Slika 3. 1. Skica.....  | 11 |
| Slika 3. 2. Maksimalni zahvat .....   | 12 |
| Slika 3. 3. Minimalni zahvat .....  | 12 |
| Slika 3. 4. Rotator. [15].....  | 14 |
| Slika 3. 5. Tehničke specifikacije rotatora. [15] .....                         | 14 |
| Slika 3. 6. Dimenzije i priključci rotatora. [15] .....                         | 15 |
| Slika 3. 7. Tehničke specifikacije cilindra 50/30-150. [17] .....               | 16 |
| Slika 3. 8. Katalog cilindra 50/30. [17] .....                                  | 17 |
| Slika 3. 9. Visokotlačne cijevi po DIN EN normi. [18].....                      | 18 |
| Slika 3. 10. Visokotlačne cijevi s odgovarajućim priključcima. [19] .....       | 18 |
| Slika 3. 11. Dupli blokirni ventil. [20] .....                                  | 19 |
| Slika 3. 12. Pozicije svornjaka .....   | 20 |
| Slika 3. 13. Dopuštena naprezanja za spojeve sa zaticom i svornjakom. [21]..... | 20 |
| Slika 3. 14. Presjek svornjaka I. ....  | 21 |
| Slika 3. 15. Presjek svornjaka II.....  | 22 |
| Slika 3. 16. Presjek svornjaka III. ....  | 23 |
| Slika 3. 17. Presjek svornjaka IV. ....   | 24 |
| Slika 3. 18. Presjek prirubnice . ....  | 25 |
| Slika 3. 19. Dopuštena naprezanja za zavarene šavove. [21].....                 | 26 |
| Slika 3. 20. Odabir materijala.....   | 28 |
| Slika 3. 21. Odabir modula za izradu simulacije naprezanja. ....                | 29 |
| Slika 3. 22. Uklještenje. ....  | 30 |
| Slika 3. 23. Definiranje sile.....  | 30 |
| Slika 3. 24. Definiranje mreže konačnih elemenata.....                          | 31 |
| Slika 3. 25. Proračun zadanih parametara i izvršenje simulacije. ....           | 32 |
| Slika 3. 26. Pomak Škara I. ....  | 33 |
| Slika 3. 27. Naprezanje Škara I. ....   | 34 |
| Slika 3. 28. Deformacija Škara I. ....  | 35 |
| Slika 3. 29. Pomak Škara II.....  | 36 |
| Slika 3. 30. Naprezanje Škara II.....   | 37 |
| Slika 3. 31. Mehanička svojstva konstrukcijskih nčelika. [22].....              | 38 |
| Slika 3. 32. Pomak Glavnog nosača. ....   | 39 |
| Slika 3. 33. Naprezanje Glavnog nosača.....                                     | 40 |
| Slika 3. 34. Dimenzije mazalice. [24] .....                                     | 42 |



---

|   |    |
|---|----|
| Slika 3. 35. Rascjepka i njena primjena. [25].....              | 42 |
| Slika 3. 36. Podloška. [26] .....                               | 42 |
| Slika 3. 37. Eksplozirani prikaz sklopa s popisom dijelova..... | 44 |
| Slika 3. 38. Glavni nosač.....                                  | 45 |
| Slika 3. 39. Škare I .....                                      | 46 |
| Slika 3. 40. Škare II.....                                      | 47 |
| Slika 3. 41. Poveznica .....                                    | 48 |
| Slika 3. 42. Svornjak II.....                                   | 48 |
| Slika 3. 43. Dimenzije sklopa.....                              | 49 |
| <br>  |    |
| Slika 4. 1. Sklop (otvoreni) .....                              | 50 |
| Slika 4. 2. Sklop (zatvoreni).....                              | 51 |

**POPIS TABLICA**

|   |    |
|---|----|
| Tablica 1. Specifikacije Krpan GR 110. [10] .....         | 7  |
| Tablica 2. Specifikacije Deleks DK10. [11] .....          | 8  |
| Tablica 3. Specifikacije Uniforest 1100. [12] .....       | 9  |
| Tablica 4. Ulazni parametri .....                         | 10 |
| Tablica 5. Rezultati simulacije naprezanja Škara I .....  | 37 |
| Tablica 6. Rezultati simulacije naprezanja Škara II ..... | 37 |

## **POPIS TEHNIČKE DOKUMENTACIJE**

| <b>BROJ CRTEŽA</b> | <b>Naziv iz sastavnice</b>                       |
|--------------------|--|
| 01                 | Eksplodirani prikaz hidrauličkih škara za trupce |
| 02                 | Hidrauličke škare za trupce                      |

**POPIS OZNAKA**

| <b>Oznaka</b> | <b>Jedinica</b> | <b>Opis</b>                    |
|---------------|-----------------|--------------------------------|
| -             | kg              | Masa, težina                   |
| $\sigma_v$    | $N/mm^2$        | Dozvoljeno vlačno naprezanje   |
| $\tau_a$      | $N/mm^2$        | Dozvoljeno naprezanje na odrez |
| $\tau$        | $N/mm^2$        | Naprezanje na odrez            |
| d             | mm              | Promjer svornjaka              |
| A             | $mm^2$          | Površina presjeka svornjaka    |
| $\tau$        | $N/mm^2$        | Naprezanje na odrez            |
| F             | N               | Sila                           |
| -             | l/min           | Protok                         |
| -             | bar             | Tlak, pritisak                 |
| a             | mm              | Debljina zavara                |
| -             | mm              | Duljina                        |
| -             | mm              | Pomak                          |
| -             | MPa             | Naprezanje                     |
| -             | tona            | Snaga razvučenja cilindra      |
| -             | tona            | Snaga sakupljanja cilindra     |
| -             | m/s             | Maksimalna brzina              |

## **SAŽETAK**

Tema ovog rada bila je konstrukcija hidrauličkih škara za trupce.

U radu je provedena kratka analiza sličnih postojećih rješenja dostupnih na tržištu, prema kojima je stvoren koncept. Za odabrani koncept proveden je proračun glavnih nosivih dijelova, odabrane su hidrauličke i ostale komponente, te konstruirani ostali potrebni dijelovi. Konačno rješenje je modelirano u CatiaV5 gdje je izvršena simulacija naprežanja te je izrađena tehnička dokumentacija.

Ključne riječi: konstrukcija, hidraulika, škare za trupce, Catia.

## **SUMMARY**

The topic of this thesis is design of hydraulic log grapple.

The short analysis of similar products available on the market was used to make a concept. For the selected concept there was made a calculation of main load-bearing parts, selection of hydraulic components, and selection and design of other necessary parts. The final solution was designed in CatiaV5 which was used for making of stress analysis and for making of technical documentation.

Key words: construction, hydraulic, log grapple, Catia

## 1. UVOD

Drvo je oduvijek igralo važnu ulogu u ljudskom životu kroz povijest. Budući da je drvo bilo lako dostupno i jednostavno za upotrebu, jedno je od najvažnijih građevnih materijala od ranog Paleolitika, korišteno je za građenje kuća, izradu alata, oružja i namještaja, te je služilo kao ogrjevni materijal. [1]

### 1.1. Ogrjevno drvo

Ogrjevno drvo je drvo namijenjeno za grijanje prostorija. Radi se zimi i ljeti od stabala, dijelova stabala, odnosno komada, koji nisu tehnički uporabljivi.

Dijeli se na:

- tvrdo oblo drvo bjelogorice (bukovina, grabrovina, jasenovina, brjestovina, hrastovina, javorovina, klenovina, kestenovina, drvo voćaka)
- meko oblo drvo bjelogorice (brezovina, topolovina, vrbovina, johovina, lipovina)
- meko drvo crnogorice (borovina, smrekovina i jelovina) [2]



Slika 1. 1. Ogrjevno drvo. [3]

Proces nabave, transporta i pripreme drva za ogrjev je bio fizički mukotrpan i vremenski dugotrajan proces, koji su ljudi kroz povijest željeli ubrzati i olakšati. Međutim, bez obzira na mogućnosti korištenja drugih izvora energije za grijanje, kvaliteta topline koju daje drvo, ugođaj i ljepota prirodnog izvora topline, dovela je do toga da se grijanje na drva i danas jako puno koristi. Zbog porasta cijena nafte i plina mnoga kućanstva koriste drvo kao izvor toplinske energije. [1]

## 1.2. Proces pripreme ogrjevnog drva

Proces pripreme ogrjevnog drva je dug i fizički zahtjevan posao. Kada se stablo posječe, deblo se prema potrebi kroji na kraće dijelove, tj. trupce, kako bi se lakše utovarila na prikolicu te se zatim odvoze iz šume, zatim slijedi daljne rezanje na manje komade, cijepanje, slaganje te na kraju sušenje kako bi se smanjila vlaga u drvu i omogućila bolja ogrjevna svojstva.



Slika 1. 2. Trupci. [4]



### 1.3. Problematika

Jedan od najvećih problema kod pripreme ogrjevnog drva je utovar trupaca. Zbog velike mase, gotovo je nemoguće manipulirati trupcima vlastitim rukama pa je neophodno koristiti razne strojeve i priključke. Jedan od priključaka koji olakšavaju rad kod utovara su hidrauličke škare za trupce.



Slika 1. 3. Utovar trupaca. [5]

## 2. HIDRAULIČKE ŠKARE ZA TRUPCE

### 2.1. Opis, namjena i princip rada

Škare za trupce su priključni uređaji sa dvije paralelne sinkrono povezane hvataljke (škare), pokretane dvoradnim hidrauličkim cilindrom, sa jednim hidrauličkim krugom. Hidraulički cilindar je opremljen sa blokirnim ventilom kako bi se spriječilo slučajno otvaranje škara uslijed pada tlaka (otvaranje škara bi dovelo do ispuštanja tereta). Škare su polukružnog oblika kako bi osigurale bolji zahvat, konstruirane su tako da ulaze jedne u drugu kod zatvaranja te na taj način osiguravaju čvrst zahvat kod trupaca manjeg promjera.

Materijali izrade hidrauličkih škara najčešće su hardox i domex. To su specijalne vrste čelika, otporne na habanje, jedinstvene kombinacije homogenosti i visoke tvrdoće, velike čvrstoće i izvrsne žilavosti. [7]

Škare za trupce se koriste u kombinaciji s hidrauličkim rotatorom, koji omogućuje rotiranje škara i olakšava rad kod utovara trupaca veće duljine.

Dijele se i odabiru prema nosivosti tereta, nosivost može biti od 400 kg pa sve do 7000 kg.



Slika 2. 1. Hidrauličke škare za trupce s rotatorom. [6]

## 2.2. Način priključka

Škare su vrlo prilagodljive, mogu se priključiti na gotovo sve dizalice, hidrauličke i ostale strojeve (traktor, bager).



Slika 2. 2. Hidrauličke škare priključene na dizalicu. [8]



Slika 2. 3. Hidrauličke škare priključene na traktor. [9]

### 2.3. Analiza tržišta

Na tržištu postoji više vrsta hidrauličkih škara za trupce, različitih proizvođača, odabrane su samo neke od njih.

#### 2.3.1. Krpan GR 110

Tablica 1. Specifikacije Krpan GR 110. [10]

|                        |      |    |
|------------------------|------|----|
| Maksimalni zahvat      | 1100 | mm |
| Minimalni zahvat       | 60   | mm |
| Nosivost               | 2100 | kg |
| Težina                 | 112  | kg |
| Sila zahvata (220 bar) | 80   | kN |



Slika 2. 4. Krpan GR 110. [10]

### 2.3.2. Deleks DK10

Tablica 2. Specifikacije Deleks DK10. [11]

|                   |      |    |
|-------------------|------|----|
| Maksimalni zahvat | 1055 | mm |
| Minimalni zahvat  | 50   | mm |
| Nosivost          | 400  | kg |
| Težina            | 52   | kg |



Slika 2. 5. Deleks DK10. [11]

### 2.3.3. Uniforest 1100

Tablica 3. Specifikacije Uniforest 1100. [12]

|                        |      |    |
|------------------------|------|----|
| Maksimalni zahvat      | 1100 | mm |
| Minimalni zahvat       | 50   | mm |
| Nosivost               | 2100 | kg |
| Težina                 | 74   | kg |
| Sila zahvata (220 bar) | 6.6  | kN |



Slika 2. 6. Uniforest 1100. [13]

### 3. KONSTRUKCIJA

Konstrukcija se sastoji od više dijelova, prema postojećim modelima, dostupnih na tržištu, stvoreno je idejno rješenje, za koje je načinjen koncept. Koncept je modeliran u CATIA V5 gdje je provedena simulacija naprezanja. Također su izrađeni proračuni svornjaka i prirubnice.

#### 3.1. Idejno rješenje

Na tržištu postoji više vrsta hidrauličkih škara za trupce, raznih dimenzija.

Prema postojećim modelima stvoreno je idejno rješenje koje odgovara mojim zahtjevima. Ideja je izraditi hidrauličke škare za trupce za podizanje maksimalne težine od 400 kg, moraju biti manjih dimenzija, male težine, izrađene od konstrukcijskog čelika, maksimalni zahvat mora biti približno 1000 mm, minimalna debljina zahvata 60 mm, koristi se dvoradni hidraulički cilindar, hod cilindra mora biti dovoljan da se ostvari željeni zahvat, te moraju imati prirubnicu za priključak rotatora. Hidraulički cilindar mora biti osiguran, kako u slučaju pada tlaka u hidrauličkom sustavu ne bi došlo do popuštanja cilindra a samim time i ispuštanja tereta. Za povezivanje škara, poveznice i hidrauličkog cilindra, koriste se svornjaci s glavom i provrtom za rascjepku, svornjaci moraju biti podmazivani što je osigurano mazalicama. Škare se priključuju na traktor (Slika 2.3.).

##### 3.1.1. Ulazni parametri

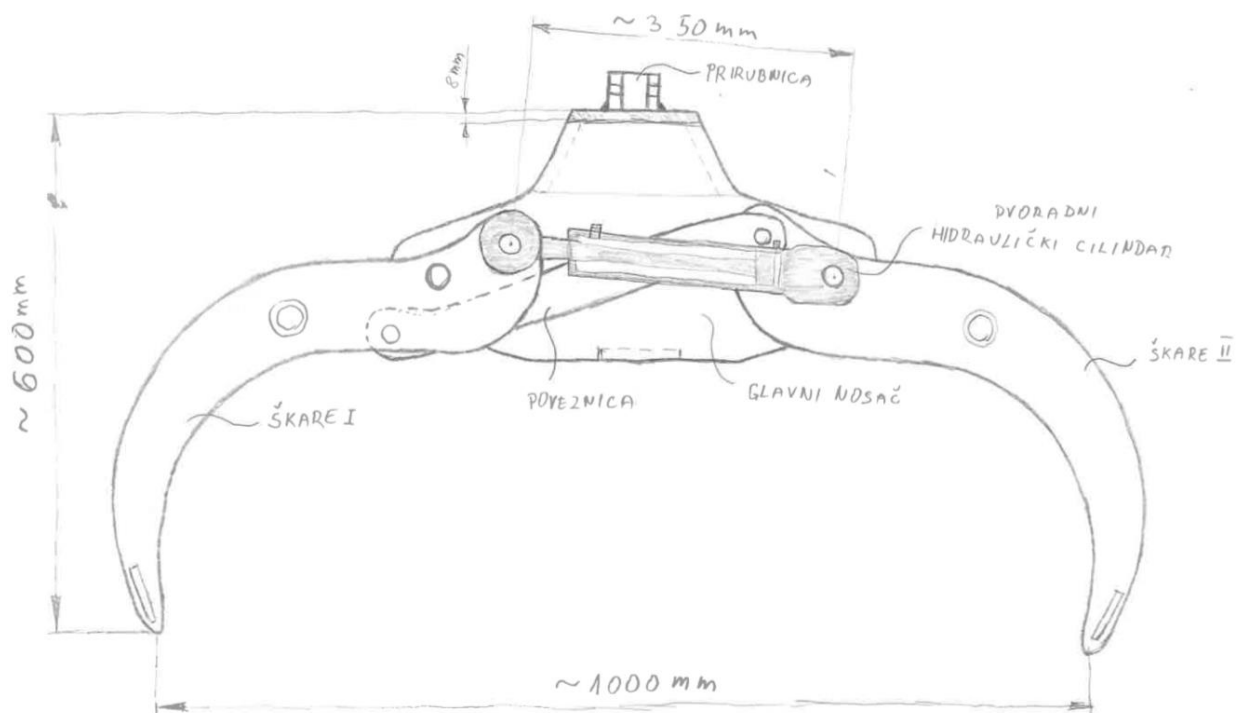
Maksimalni tlak i protok ulja određeni su radnim strojem na koji se škare priključuju. U ovom slučaju radi se o traktoru, Same Dorado 60.

**Tablica 4. Ulazni parametri.**

| Naziv                      | Veličina | Jedinica |
|----------------------------|----------|----------|
| Nosivost                   | 400      | kg       |
| Promjer cilindra/klipnjače | 50/30    | mm       |
| Maksimalni tlak            | 200      | bar      |
| Maksimalni protok ulja     | 22       | l/min    |
| Minimalni promjer drva     | 60       | mm       |
| Maksimalni zahvat          | 1000     | mm       |
| Hod cilindra               | 140-160  | mm       |



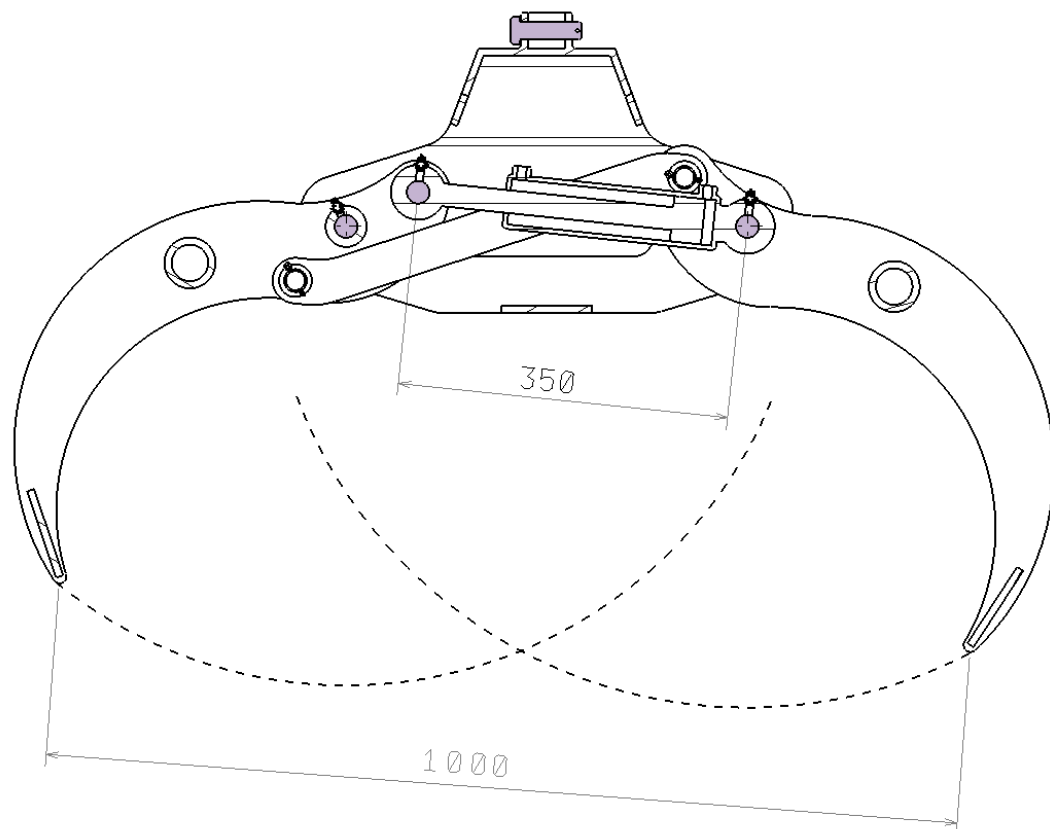
### 3.1.2. Skica



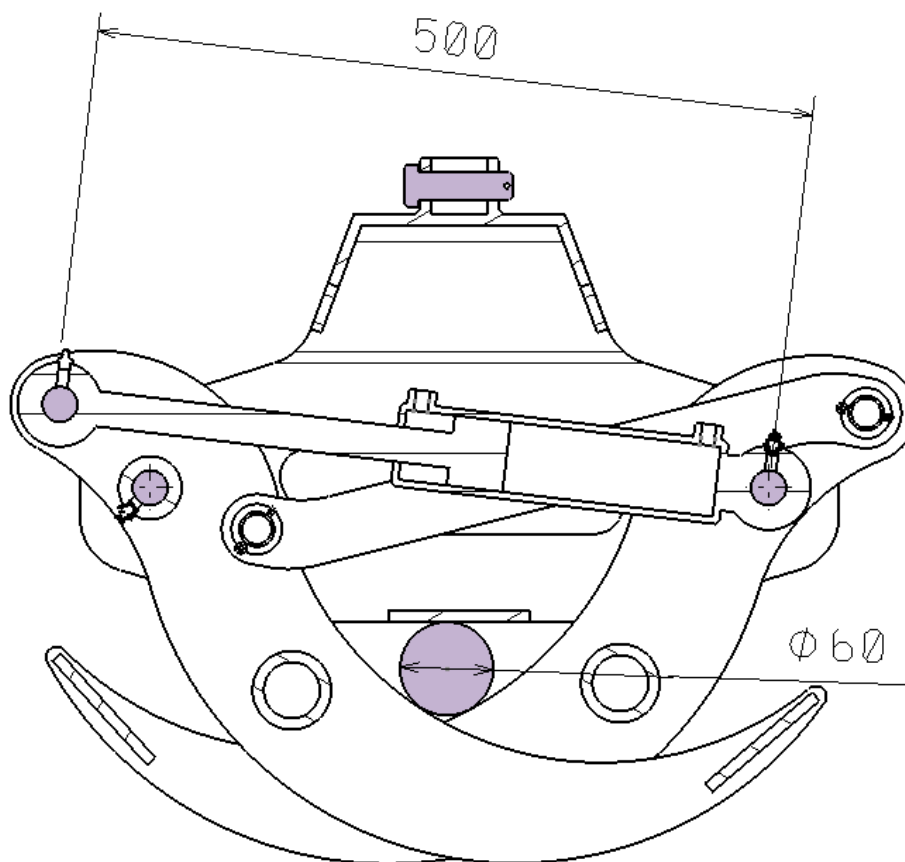
Slika 3. 1. Skica

### 3.1.3. Koncept

Kada je cilindar u početnom položaju (klipnjača uvučena) škare su potpuno otvorene, maksimalni zahvat je 1000 mm, izvlačenjem klipnjače cilindra, škare se postupno sinkronizirano zatvaraju sve dok klipnjača ne dođe u položaj gdje je potpuno izvučena, tada imamo minimalni zahvat od 60 mm. Škare moraju biti konstruirane tako da kod zatvaranja ulaze jedna u drugu. Sinkronizirano otvaranje/zatvaranje omogućeno je poveznicom koja povezuje škare.



Slika 3. 2. Maksimalni zahvat



Slika 3. 3. Minimalni zahvat

## 3.2. Odabir hidrauličkih komponenata

### 3.2.1. Rotator

Hidraulički rotatori su najčešći dodaci za dizalice i bagere za priključke kao što su škare za trupce ili neke druge hvataljke. Hidraulički rotatori omogućuju rukovatelju pokretanje opreme u oba smjera vrtnje. Ova je funkcionalnost potrebna pri rukovanju i postavljanju dugih predmeta poput trupaca ili cijevi, ali može biti važna i u drugim kontekstima gdje je potrebno orijentirati hidraulički alat. [14]

Oprema koja se isporučuje s hidrauličkim rotatorom mora se napajati s dva hidraulička kruga s dvostrukim djelovanjem, jedan je namijenjen rotacijskom motoru, a drugi povezan s funkcijom otvaranja i zatvaranja. Rotator nije samo motor rotacije, već i hidraulički spoj, drugim riječima, omogućava prolazak ulja iz pogonskog stroja u hidrauličke škare ili neki drugi priključak, dok se okreće. [14]









Zakretanje rotatora vrši se pomoću orbitalnog sustava zupčanika. Ovaj mehanizam rotacije izrađen je pomoću koncentričnih zupčanika koji stvaraju vrlo visok zakretni moment u kompaktnim dimenzijama. Otpuštanjem hidrauličke komande (zatvaranjem ravodnika), rotator pruža veliku silu kočenja. Takva kontrola preciznosti i sposobnost kočenja vrlo je važna kod rukovanja s hidrauličkim škarama, zato što ne dozvoljava njihovo samostalno zakretanje čak ni pod najvećim opterećenjem i nema potrebe za kompenzacijom stabilnosti pri rukovanju s drvom veće duljine. [14]

Tijelo rotacijskog hidrauličnog rotatora izrađeno je od kaljenog čelika. Unutarnji zupčanici su površinski nitrirani kako bi se osigurala maksimalna tvrdoća i pouzdanost. Prirubnica je izrađena u komadu od kovanog i kaljenog čelika. Ovi detalji jamče veliku pouzdanost i vijek trajanja. [14]

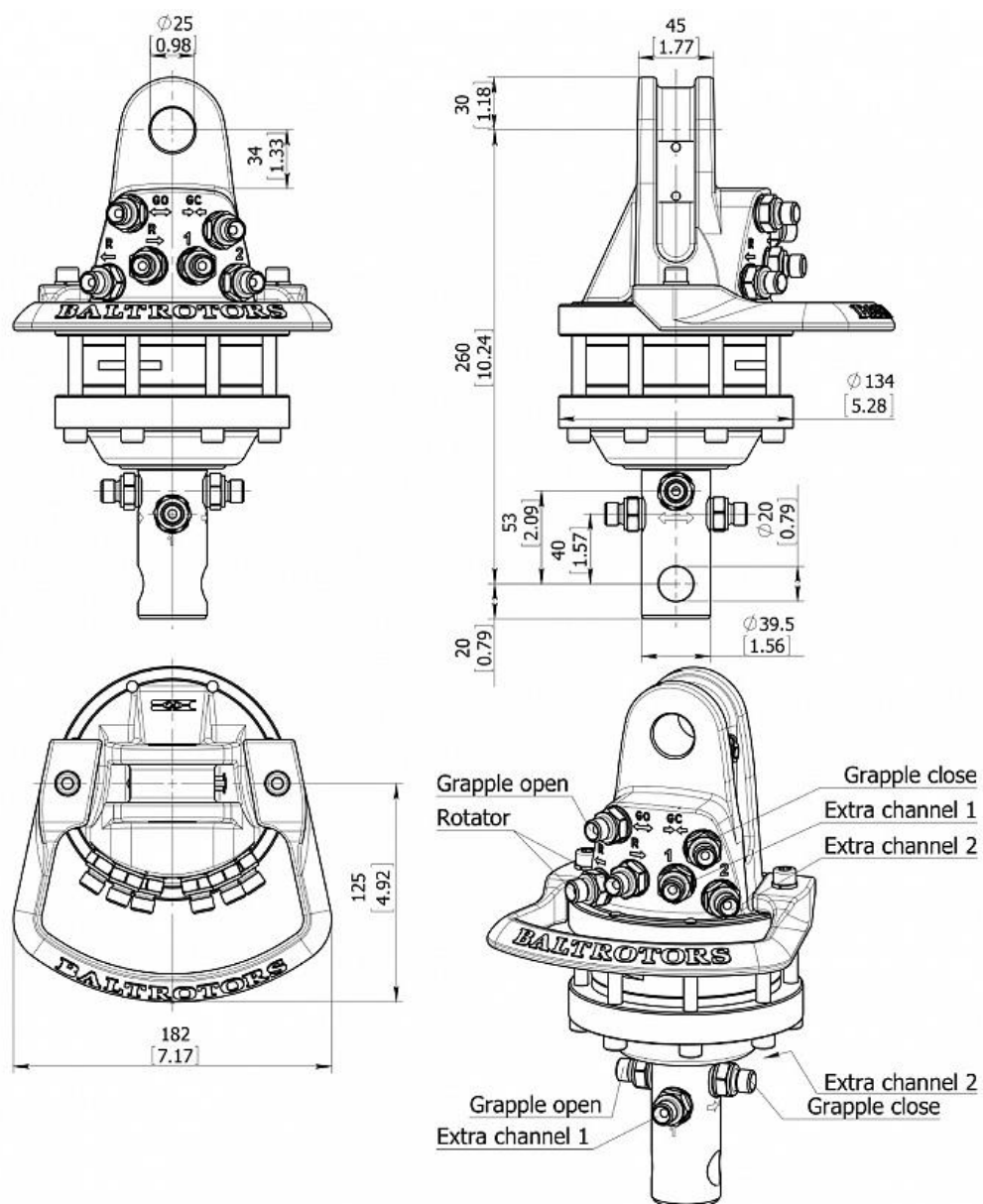
Na tržištu postoji više vrsta rotatora, odabir se vrši prema željenoj nosivosti, nosivost može biti od 1000 kg pa sve do 16 000 kg.



Slika 3. 4. Rotator. [15]

|   |                         |                          |
|---|-------------------------|--------------------------|
|  | ROTATION                | Unlimited                |
|  | MAX. AXIAL LOAD STATIC  | 10 kN (2250 lbf)         |
|  | MAX. AXIAL LOAD DYNAMIC | 5 kN (1125 lbf)          |
|  | TORQUE                  | 450 Nm (332 lb ft)       |
|  | REC. OILFLOW            | 10 l/min (2.6 US gallon) |
|  | WEIGHT                  | 12 kg (26 lb)            |
|  | UPPER CONNECTION L      | 45 mm (1.77 in)          |
|  | UPPER CONNECTION D      | 25 mm (0.98 in)          |

Slika 3. 5. Tehničke specifikacije rotatora. [15]



Slika 3. 6. Dimenzije i priključci rotatora. [15]

Prema idejnom rješenju, maksimalna nosivost je 400 kg (4 kN), moramo uzeti u obzir i težinu samog sklopa koja ne prelazi 100 kg (1 kN), prema tome odabire se Baltrotors GR10-02 čija je statička nosivost 1000 kg (10 kN) a dinamička nosivost 500 kg (5 kN). [15]

### 3.2.2. Hidraulički cilindar

Hidraulički cilindri omogućavaju vrlo jednostavnu i razmjerno efikasnu pretvorbu hidrauličke energije u linearno gibanje. Ta mogućnost koju pružaju cilindri predstavlja i jednu od značajnih prednosti hidraulike. Hodovi koje postižu mogu biti od nekoliko milimetara do više metara.

Cilindri se dijele prema djelovanju sile, odnosno korisnog rada koji obavljaju na :

- jednoradne
- dvoradne

Jednoradni obavljaju koristan rad samo u jednom smjeru. Najčešće imaju samo jedan hidraulički priključak. Klipovi jednoradnih cilindara vraćaju se u početni položaj masom tereta kojeg podižu ili vlastitom masom, te oprugama.

Dvoradni hidraulički cilindri vrše koristan rad u oba smjera. Za upravljanje dvoradnim cilindrom najčešće se koriste 4/2 ili 5/2 razvodnici.

Kriteriji koji su potrebni za odabir cilindra: sila, hod, brzina, konstrukcija cilindra (učvršćenje cilindra, spoj klipnjače, priključci). [16]

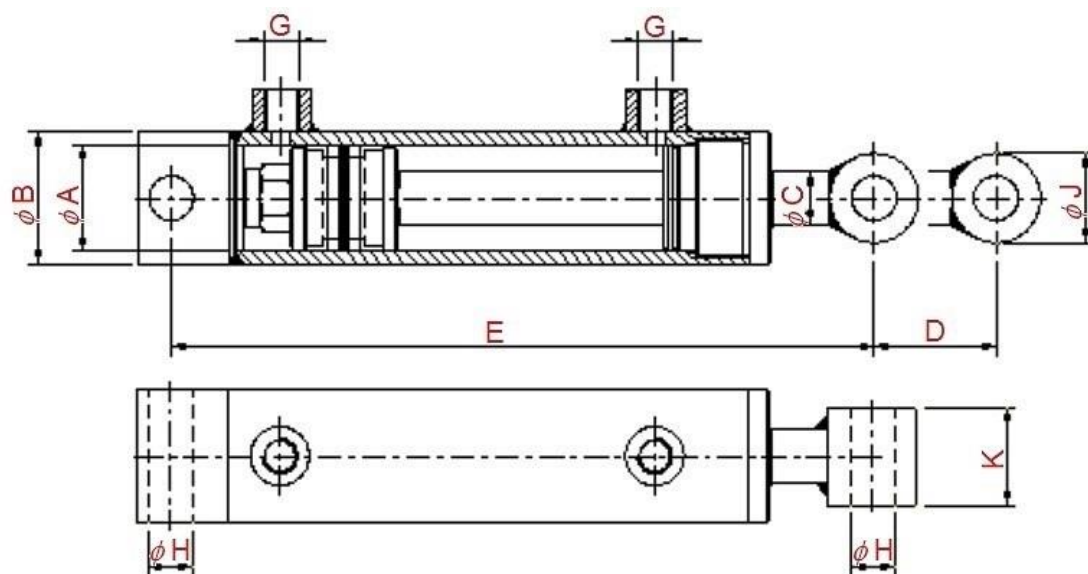
U ovom slučaju koristi se dvoradni cilindar.

Prema idejnom rješenju potrebna duljina hoda cilindra je 140-160 mm.

Iz tog razloga odabire se dvoradni hidraulički cilindar 50/30-150 proizvođača RosiTeh. [17]

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Snaga razvučenja cilindra (kod 180 bara):</b>   | 3,53 tona |
| <b>Snaga razvučenja cilindra (kod 250 bara):</b>   | 4,91 tona |
| <b>Snaga skupljanja cilindra ( kod 180 bara ):</b> | 2,26 tona |
| <b>Snaga skupljanja cilindra ( kod 250 bara ):</b> | 3,14 tona |
| <b>maksimalni pritisak:</b>                        | 250 bar   |
| <b>Maksimalna brzina:</b>                          | 0,5 m/s   |

**Slika 3. 7. Tehničke specifikacije cilindra 50/30-150. [17]**



| CILINDER HOLE | A [mm] | B [mm] | C [mm] | J [mm] | H [mm] | K [mm] | E    | D (hod) [mm] | G    |
|---------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------------|------|
| 50/30-100     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 300  | 100          | 3/8" |
| 50/30-150     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 350  | 150          | 3/8" |
| 50/30-200     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 400  | 200          | 3/8" |
| 50/30-250     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 450  | 250          | 3/8" |
| 50/30-300     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 500  | 300          | 3/8" |
| 50/30-350     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 550  | 350          | 3/8" |
| 50/30-400     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 600  | 400          | 3/8" |
| 50/30-450     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 650  | 450          | 3/8" |
| 50/30-500     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 700  | 500          | 3/8" |
| 50/30-550     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 750  | 550          | 3/8" |
| 50/30-600     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 800  | 600          | 3/8" |
| 50/30-700     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 900  | 700          | 3/8" |
| 50/30-800     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 1000 | 800          | 3/8" |
| 50/30-900     | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 1100 | 900          | 3/8" |
| 50/30-1000    | 50     | 60     | 30     | 40     | 25,5   | 45     | 1200 | 1000         | 3/8" |

Slika 3. 8. Katalog cilindra 50/30. [17]

### 3.2.3. Hidraulička crijeva

Hidraulička visokotlačna crijeva služe za povezivanje hidrauličkih elemenata i prijenos fluida. Prema vrsti materijala dijelimo ih na kruta i fleksibilna crijeva. Prednost fleksibilnih (gumenih) crijeva u odnosu na krute (čelične) je u lakšoj montaži, mogućnosti ugradnje na pokretne dijelove i većoj otpornosti na koroziju.

U ovom slučaju koriste se fleksibilna crijeva, prema ulaznim parametrima, maksimalni radni tlak je 200 Bar, stoga se odabiru visokotlačna crijeva DIN EN 853 NP 8 (Slika 3.16.).



Donji sloj: sintetična guma otporna na ulja  
 Ojačanje: jedan spiralni opleta čvrste čelična žice  
 Gornji sloj: sintetična guma visoko otporna na abrazije, na utjecaje ozona i na atmosferska djelovanja  
 temperatura: -40°C do +100°C (+120°C max.)

| DIN EN 853 |    |              |         |           |                  |      |               |                 |                  | 1SN                |                           |
|------------|----|--------------|---------|-----------|------------------|------|---------------|-----------------|------------------|--------------------|---------------------------|
| Nominal-Ø  |    | Inside -Ø    | Braid-Ø | Outside-Ø | Working pressure |      | Test Pressure | Burst pressure  | Bend radius      | Pakne za stiskanje | Pozicija nonius za stisak |
|            |    | Unutarnji -Ø | Oplet-Ø | Vanjski-Ø | Radni tlak       |      | ispitni       | rasprskavaj uči | radius savijanja |                    |                           |
| inch       | NP | mm           | mm      | mm        | bar              | psi  | tlak          | tlak            | mm               | Ø                  | mm                        |
| 3/16       | 5  | 4,80         | 9,5     | 11,8      | 250              | 3625 | 600           | 1000            | 90               |                    |                           |
| 1/4        | 6  | 6,40         | 11,1    | 13,4      | 225              | 3265 | 540           | 900             | 100              |                    |                           |
| 5/16       | 8  | 7,90         | 12,7    | 15,0      | 215              | 3120 | 510           | 850             | 115              |                    |                           |
| 3/8        | 10 | 9,50         | 15,1    | 17,4      | 180              | 2610 | 435           | 720             | 130              |                    |                           |
| 1/2        | 12 | 12,70        | 18,3    | 20,6      | 160              | 2320 | 385           | 640             | 180              |                    |                           |
| 5/8        | 16 | 15,90        | 21,4    | 23,7      | 130              | 1885 | 315           | 520             | 200              |                    |                           |
| 3/4        | 19 | 19,00        | 25,4    | 27,7      | 105              | 1525 | 255           | 420             | 240              |                    |                           |
| 1          | 25 | 25,40        | 33,3    | 35,6      | 88               | 1275 | 210           | 350             | 300              |                    |                           |
| 1-1/4      | 31 | 31,80        | 40,5    | 43,5      | 63               | 915  | 150           | 250             | 420              |                    |                           |
| 1-1/2      | 38 | 38,10        | 46,8    | 50,6      | 50               | 725  | 120           | 200             | 500              |                    |                           |
| 2          | 51 | 50,80        | 60,2    | 64,0      | 40               | 580  | 96            | 160             | 630              |                    |                           |

Slika 3. 9. Visokotlačne cijevi po DIN EN normi. [18]



Slika 3. 10. Visokotlačne cijevi s odgovarajućim priključcima. [19]



### 3.2.4. Dupli blokirni ventil

Dupli blokirni ventil se koristi za blokiranje ulja u oba smijera. Što znači da je protok ulja slobodan u jednome smjeru dok je blokiran u obratnom smjeru sve do aktivacije tlaka. Ovim ventilom se omogućava osiguranje hidrauličnog cilindra u oba smjera. U slučaju da dođe do pada tlaka u sistemu, hidraulični cilindar ostaje nepomičan. [20]



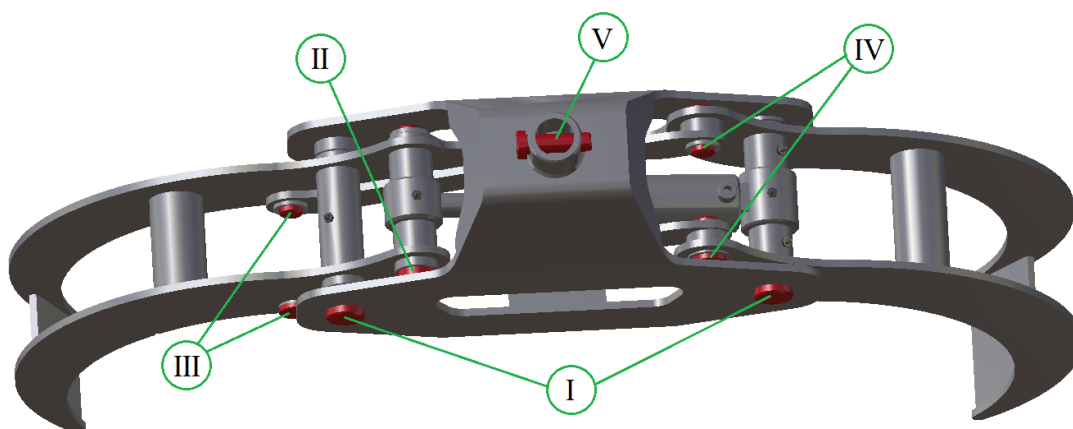
Slika 3. 11. Dupli blokirni ventil. [20]

### 3.3. Proračun nosivih dijelova

Nosivi dijelovi na hidrauličkim škarama za trupce su svornjaci za koje se vrši proračun na smik, te prirubnica koja služi kao prihvat na koju se priključuje rotator. Za prirubnicu se vrši proračun zavara i proračun glavnog nosivog svornjaka na smik.

Uzevši u obzir provrte hidrauličkog cilindra, zbog jednostavnosti izrade i maksimalne iskoristivosti materijala, za sklop su odabrani svornjaci (I, II, III,IV)  $d=25$  mm.

Odabir debljine svornjaka prirubnice (V) uvjetovan je provrtom u rotatoru te iznosi  $d=20$  mm.

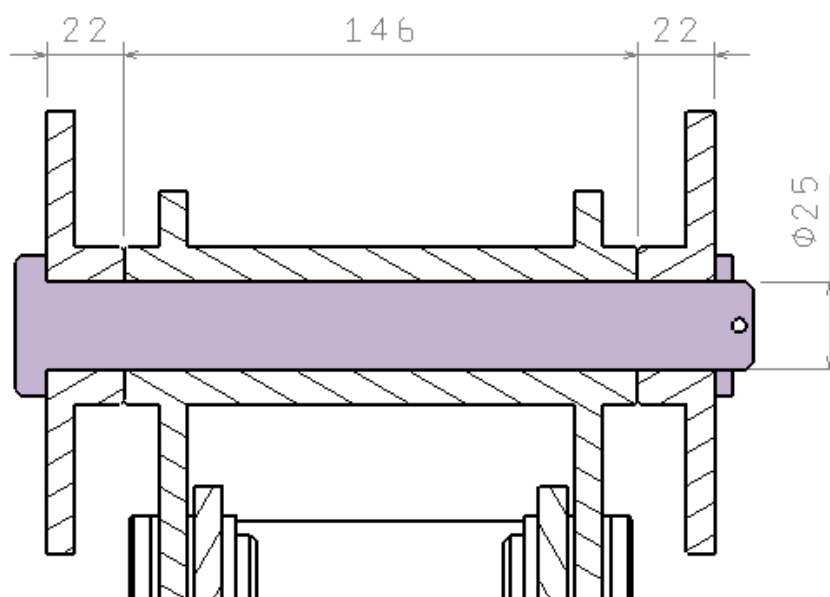


Slika 3. 12. Pozicije svornjaka

3.3.1. Proračun svornjaka na odrez/smik

| Dosjed                   | Napre-zanje | mirno  |                  |          |          | Opterećenje jednosmjerno promjenljivo |                  |           |           | izmjenično promjenljivo |                  |           |           |
|--------------------------|-------------|--|------------------|----------|----------|---------------------------------------|------------------|-----------|-----------|-------------------------|------------------|-----------|-----------|
|                          |             | St 37<br>Č. 0361   | St 50<br>Č. 0545 | GS<br>ČL | GG<br>SL | St 37<br>Č. 0361                      | St 50<br>Č. 0545 | GS<br>ČL. | GG<br>SL. | St 37<br>Č. 0361        | St 50<br>Č. 0545 | GS<br>ČL. | GG<br>SL. |
| stezni glatkih zatika    | $p$         | 98   | 104              | 83       | 68       | 72                                    | 100              | 62        | 52        | 36                      | 50               | 31        | 26        |
| sa zareznim zaticom      |             | 69   | 73               | 58       | 48       | 52                                    | 70               | 42        | 34        | 26                      | 35               | 21        | 17        |
| klizni glatkih svornjaka |             | 30   | 30               | 30       | 40       | 24                                    | 24               | 24        | 32        | 12                      | 12               | 12        | 16        |
| Dosjed                   | Napre-zanje | Zatik ili svornjak od čelika čvrstoće $\sigma_M$ u N/mm <sup>2</sup> |                  |          |          |                                       |                  |           |           |                         |                  |           |           |
|                          |             | 400  | 500              | 600      | 800      | 400                                   | 500              | 600       | 800       | 400                     | 500              | 600       | 800       |
| stezni glatkih zatika    | $\sigma_f$  | 83   | 105              | 128      | 150      | 56                                    | 80               | 96        | 112       | 28                      | 40               | 48        | 56        |
|                          | $\tau_s$    | 54   | 72               | 87       | 102      | 40                                    | 52               | 64        | 74        | 20                      | 26               | 32        | 37        |
| sa zareznim zaticom      | $\sigma_f$  | 70   | 87               | 105      | 125      | 48                                    | 68               | 80        | 92        | 24                      | 34               | 40        | 46        |
|                          | $\tau_s$    | 45   | 60               | 72       | 85       | 34                                    | 44               | 52        | 60        | 17                      | 22               | 26        | 30        |
| klizni glatkih svornjaka | $\sigma_f$  | 100  | 125              | 155      | 180      | 66                                    | 96               | 114       | 134       | 33                      | 48               | 57        | 67        |
|                          | $\tau_s$    | 54   | 72               | 87       | 102      | 40                                    | 52               | 64        | 74        | 20                      | 26               | 32        | 37        |

Slika 3. 13. Dopuštena naprezanja za spojeve sa zaticom i svornjakom. [21]



Slika 3. 14. Presjek svornjaka I.

Svornjak I

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=4000\text{N}$

$a=22\text{mm}$

$d=25\text{mm}$

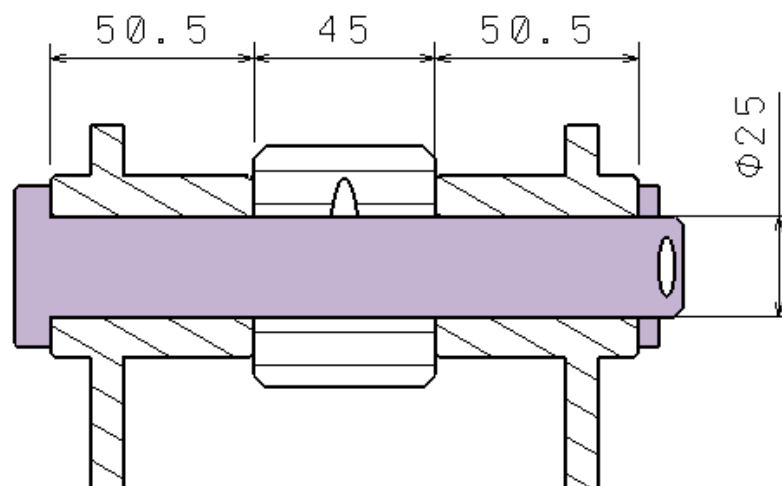
$b=146\text{mm}$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 490,625 \text{ mm}^2 \quad (3.1)$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = 4,07 \text{ N/mm}^2 \quad (3.2)$$

Za materijal Č.0545 dozvoljeno naprezanje na odrez iznosi  $\tau_a = 26 \text{ N/mm}^2 > 4,07 \text{ N/mm}^2$

Svornjak I ZADOVOLJAVA



Slika 3. 15. Presjek svornjaka II.

Svornjak II

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=4000\text{N}$

$a=48\text{mm}$

$d=25\text{mm}$

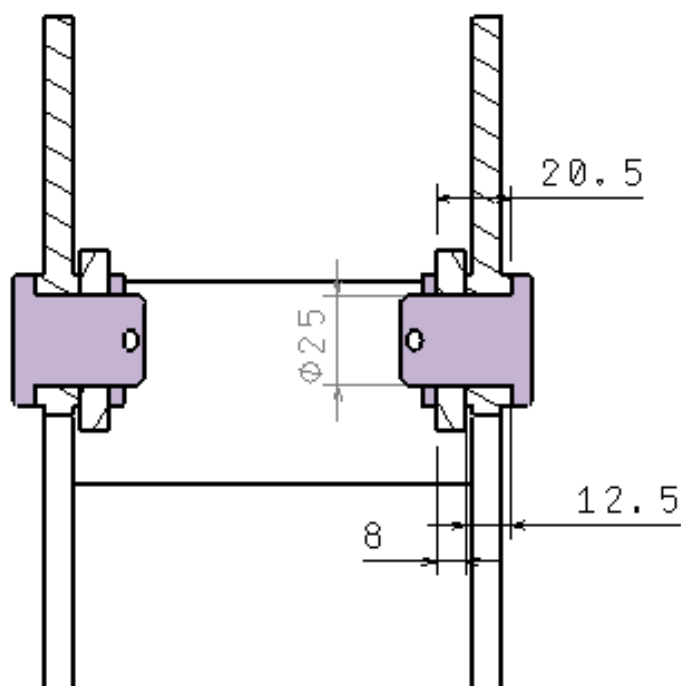
$b=50\text{mm}$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 490,625 \text{ mm}^2 \quad (3.3)$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = 4,07 \text{ N/mm}^2 \quad (3.4)$$

Za materijal Č.0545 dozvoljeno naprezanje na odrez iznosi  $\tau_a = 26 \text{ N/mm}^2 > 4,07 \text{ N/mm}^2$

Svornjak II ZADOVOLJAVA



Slika 3. 16. Presjek svornjaka III.

Svornjak III

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=4000\text{N}$

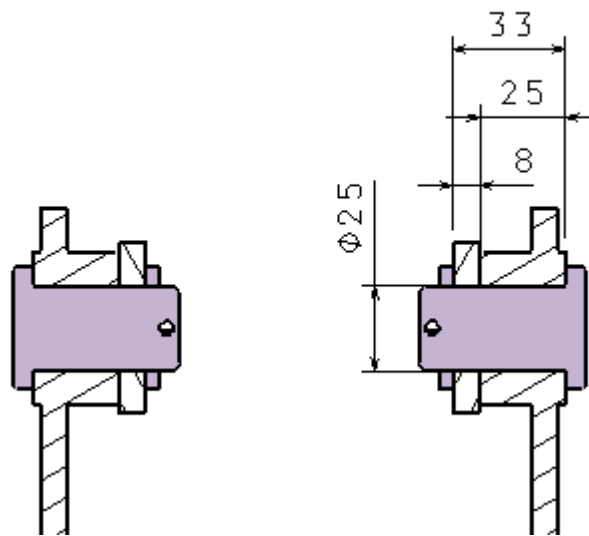
$d=25\text{mm}$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 490,625 \text{ mm}^2 \quad (3.5)$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = 4,07 \text{ N/mm}^2 \quad (3.6)$$

Za materijal Č.0545 dozvoljeno naprežanje na odrez iznosi  $\tau_a = 26 \text{ N/mm}^2 > 4,07 \text{ N/mm}^2$

Svornjak III ZADOVOLJAVA



Slika 3. 17. Presjek svornjaka IV.

Svornjak IV

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=4000\text{N}$

$d=25\text{mm}$

$$A = \frac{d^2 \cdot \pi}{4} = 490,625 \text{ mm}^2 \quad (3.7)$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = 4,07 \text{ N/mm}^2 \quad (3.8)$$

Za materijal Č.0545 dozvoljeno naprezanje na odrez iznosi  $\tau_a = 26 \text{ N/mm}^2 > 4,07 \text{ N/mm}^2$

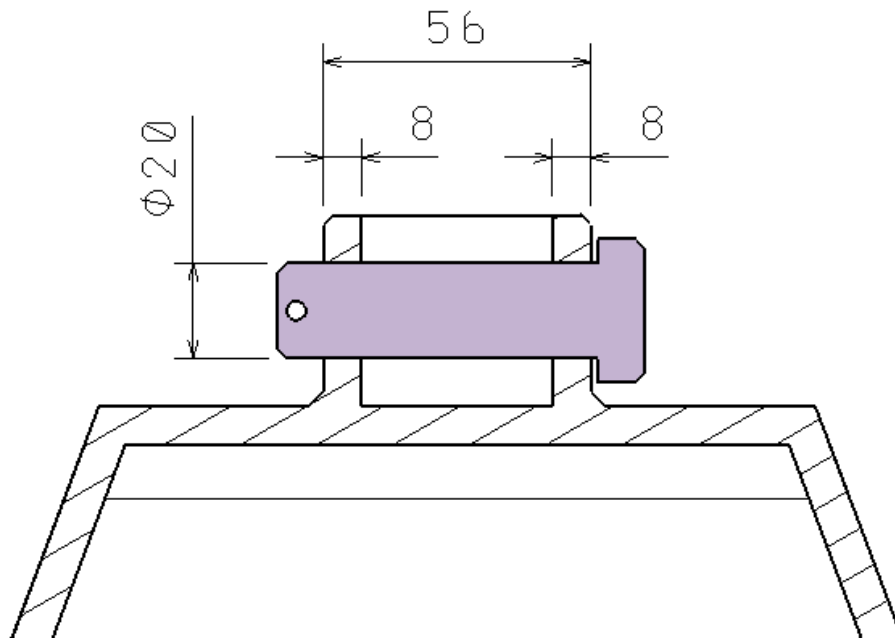
Svornjak IV ZADOVOLJAVA

### 3.3.2. Proračun prirubnice

Prirubnica služi kao prihvat na koji dolazi rotator, izrađena je od bešavne debelostijene cijevi promjera 56 mm, debljina stijenke je 8 mm, na njoj se nalazi bočni provrt promjera 20 mm gdje dolazi nosivi svornjak koji povezuje škare i rotator.

Prirubnica je zavarena kutnim zavarom za gornji dio glavnog nosača hidrauličkih škara.

Za prirubnicu se vrši proračun zavara, te proračun svornjaka na smik.



Slika 3. 18. Presjek prirubnice .

3.3.2.1. Proračun zavora

| Zavareni šavovi                                  |  |                  |                            |                 |                           |                 |                           |    |
|--|--|------------------|----------------------------|-----------------|---------------------------|-----------------|---------------------------|----|
| Zavar  | Naprezanje                                     | Kvaliteta Tab. 4 | Opterećenje                |                 |                           |                 |                           |    |
|  |  |                  | mirujuće                   |                 | jednosmjerno promjenljivo |                 | naizmjenično promjenljivo |    |
|  |  |                  | Materijal spojnih dijelova |                 |                           |                 |                           |    |
|  |  | St 37 (Č. 0361)  | St 50 (Č. 0561)            | St 37 (Č. 0361) | St 50 (Č. 0561)           | St 37 (Č. 0361) | St 50 (Č. 0561)           |    |
| Tupi zavar sa zavarenim korijenom s druge strane | Vlak, tlak, savijanje, ekvivalentno naprezanje | I                | 160                        | 220             | 110                       | 130             | 55                        | 65 |
|  |  | II               | 130                        | 175             | 85                        | 105             | 45                        | 50 |
|  |  | III              | 110                        | 155             | 75                        | 90              | 40                        | 45 |
|  | Smik   | I                | 100                        | 140             | 70                        | 80              | 35                        | 40 |
|  |  | II               | 80                         | 110             | 55                        | 65              | 30                        | 32 |
|  |  | III              | 70                         | 100             | 50                        | 55              | 25                        | 28 |
| Tupi zavar bez korijena zavarenog s druge strane | Vlak, tlak, savijanje, ekvivalentno naprezanje | I                | 140                        | 180             | 95                        | 100             | 45                        | 50 |
|  |  | II               | 110                        | 145             | 75                        | 80              | 35                        | 40 |
|  |  | III              | 100                        | 125             | 65                        | 70              | 32                        | 35 |
|  | Smik   | I                | 90                         | 110             | 60                        | 70              | 30                        | 35 |
|  |  | II               | 70                         | 85              | 50                        | 55              | 25                        | 30 |
|  |  | III              | 60                         | 75              | 40                        | 50              | 20                        | 25 |
| Plosnati kutni zavar                             | svako  | I                | 90                         | 110             | 60                        | 70              | 30                        | 35 |
|  |  | II               | 70                         | 85              | 50                        | 55              | 25                        | 30 |
|  |  | III              | 60                         | 75              | 40                        | 50              | 20                        | 25 |
| Udubljeni kutni zavar                            | svako  | I                | 120                        | 150             | 75                        | 90              | 40                        | 45 |
|  |  | II               | 95                         | 120             | 60                        | 70              | 30                        | 35 |
|  |  | III              | 85                         | 100             | 50                        | 60              | 25                        | 30 |
| Dvostruki plosnati kutni zavar                   | svako  | I                | 140                        | 190             | 90                        | 120             | 50                        | 55 |
|  |  | II               | 110                        | 150             | 70                        | 95              | 40                        | 45 |
|  |  | III              | 100                        | 130             | 60                        | 85              | 35                        | 40 |
| Priključni presjek A                             |  |                  |                            |                 |                           |                 |                           |    |
| Na kutnom zavaru                                 | Vlak, tlak                                     | I                | 180                        | 220             | 120                       | 140             | 60                        | 75 |
|  |  | II               | 145                        | 175             | 95                        | 110             | 50                        | 60 |
|  |  | III              | 125                        | 155             | 85                        | 100             | 40                        | 50 |
|  | Savijanje ekvivalentno naprezanje              | I                | 240                        | 280             | 155                       | 180             | 75                        | 95 |
|  |  | II               | 190                        | 220             | 125                       | 145             | 60                        | 75 |
|  |  | III              | 170                        | 190             | 110                       | 125             | 50                        | 65 |
|  | Torzija  | I                | 125                        | 155             | 85                        | 100             | 50                        | 65 |
|  |  | II               | 100                        | 125             | 70                        | 80              | 40                        | 50 |
|  |  | III              | 85                         | 110             | 60                        | 70              | 35                        | 45 |

Slika 3. 19. Dopuštena naprezanja za zavarene šavove. [21]

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=5000N$

$a=3mm$

$d=56$

$$\sigma_v = \frac{F}{a(d+a)\pi} = 8,99 N/mm^2 \tag{3.9}$$

Prirubnica je zavarena kutnim zavarom, elektro-lučnim zavarivanjem, vlačno opterećenim, materijal zavora je Č.0361, kvaliteta zavora III, dozvoljeno naprezanje na vlak iznosi  $\sigma_v = 40 N/mm^2 > 8.99N/mm^2$

Zavar ZADOVOLJAVA



## 3.3.2.2. Proračun svornjaka

Svornjak V

Pretpostavljena maksimalna sila  $F=5000N$

$d=20mm$

$$A = \frac{d^2 * \pi}{4} = 314 \text{ mm}^2 \quad (3.10)$$

$$\tau = \frac{F}{2A} = 7,961 \text{ N/mm}^2 \quad (3.11)$$

Za materijal Č.0545 dozvoljeno naprezanje na odrez iznosi  $\tau_a = 26 \text{ N/mm}^2 > 7,961 \text{ N/mm}^2$

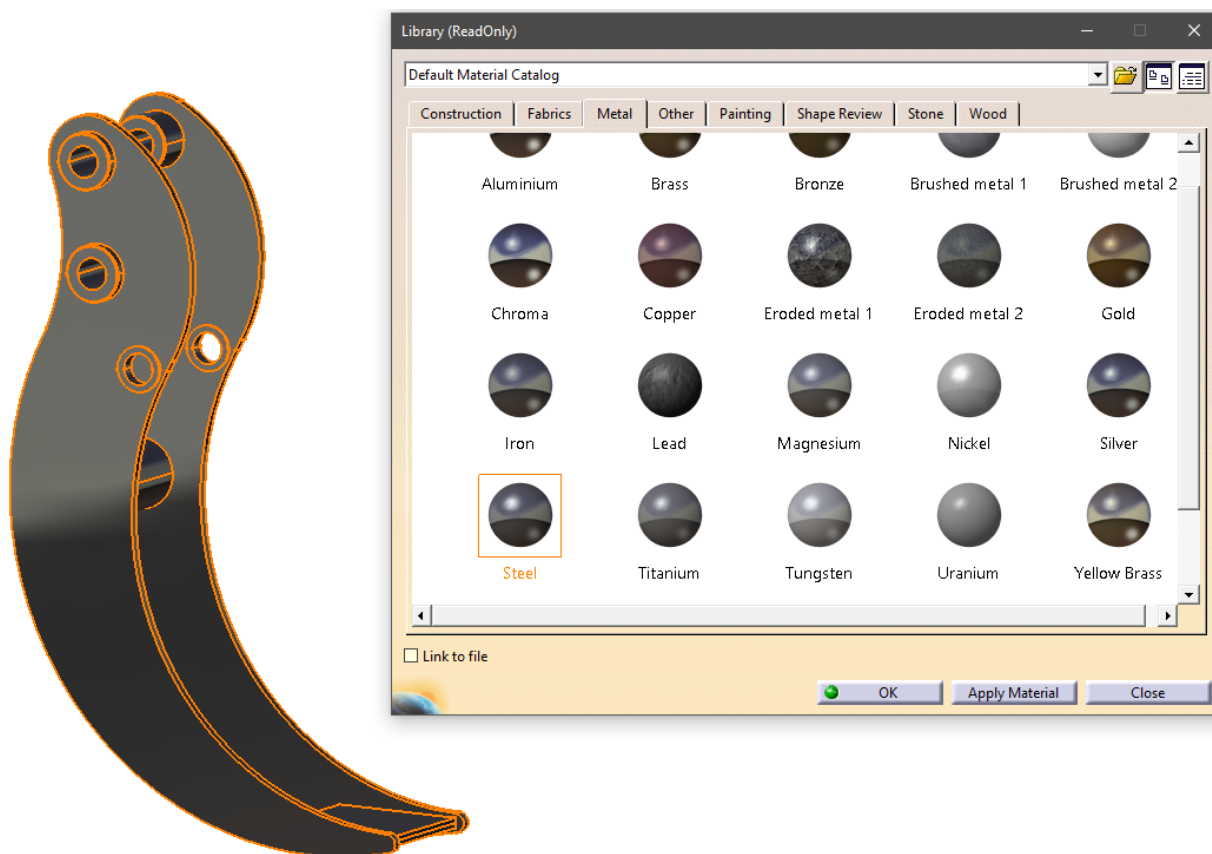
Svornjak V ZADOVOLJAVA

### 3.4. Simulacija naprežanja

Za izradu simulacije naprežanja korišten je program CATIA V5 i njegov modul za analizu i simulaciju Generative Structural Analysis. Simulacija se vrši kako bi se utvrdilo da li je pretpostavljena debljina materijala za izradu škara dovoljna za maksimalno opterećenje. Pretpostavljena debljina materijala je 8mm, a maksimalno opterećenje iznosi 4000N za Škare, te 5000 N za Glavni nosač.

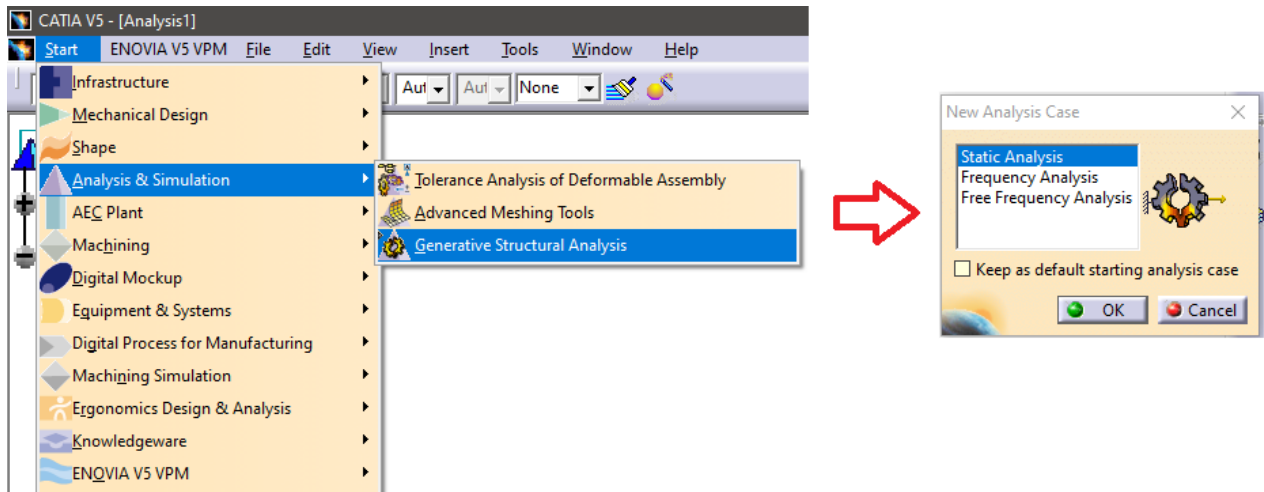
Za opis postupka korištene su Škare I.

Kako bi simulacija mogla biti izvršena, potrebno je definirati materijal, u ovom slučaju odabire se čelik.



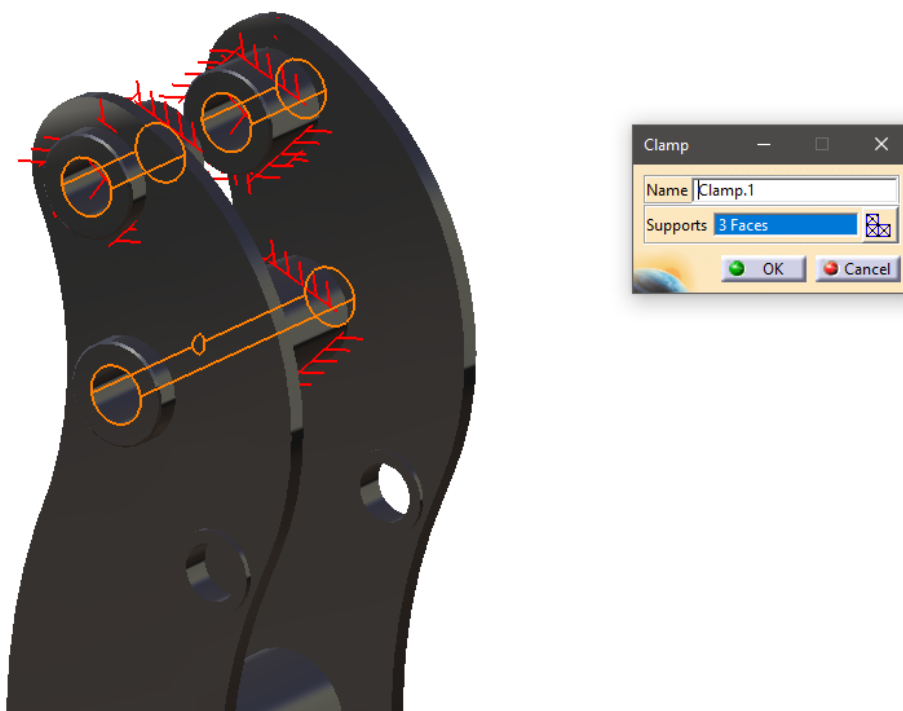
Slika 3. 20. Odabir materijala.

Nakon odabira materijala modela, odabire se modul za izradu simulacije napreznja Generative Structural Analysis, Static Analysis.



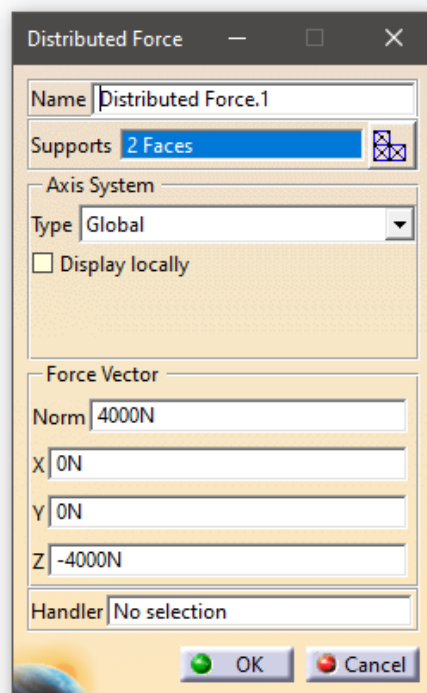
Slika 3. 21. Odabir modula za izradu simulacije napreznja.

Za model je potrebno definirati rubne uvjete, tj. uklještenje i distribuiranu silu. U ovom slučaju škare su uklještenje na tri mjesta, na provrtima gde dolaze svornjaci.



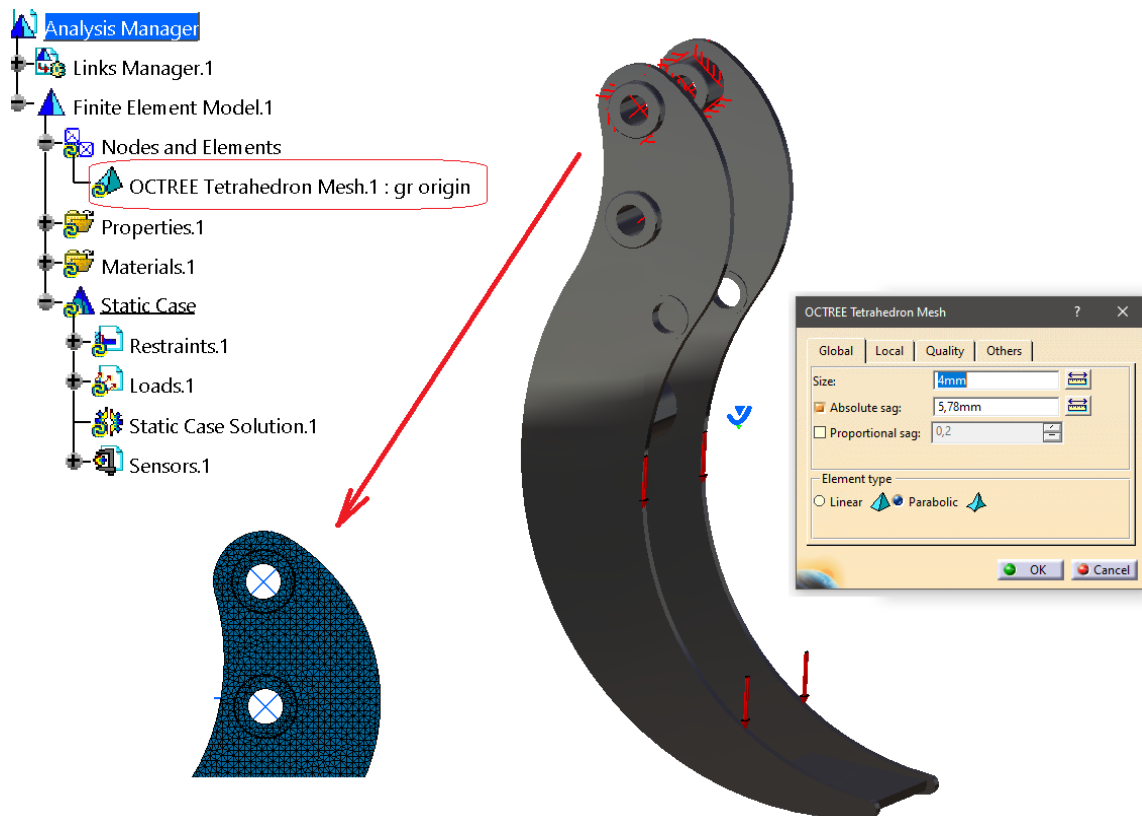
Slika 3. 22. Uklještenje.

Za model se koristi distribuirana sila, u iznosu od 4000N, koja predstavlja maksimalni teret koji škare nose.



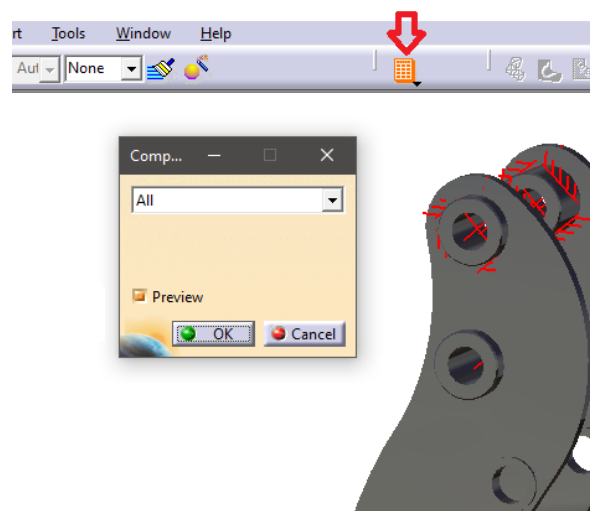
Slika 3. 23. Definiranje sile.

Kako bi dobili što točnije rezultate simulacije naprezanja, potrebno je definirati mrežu konačnih elemenata. Koristi se parabolični tip elementa. Veličina konačnog elementa (Size) je u rasponu od 10 do 4, manji broj veličine konačnih elemenata prikazuje kvalitetniji rezultat. U ovom slučaju minimalni broj je 4, manje od toga računalo nije moglo izvršiti.



Slika 3. 24. Definiranje mreže konačnih elemenata.

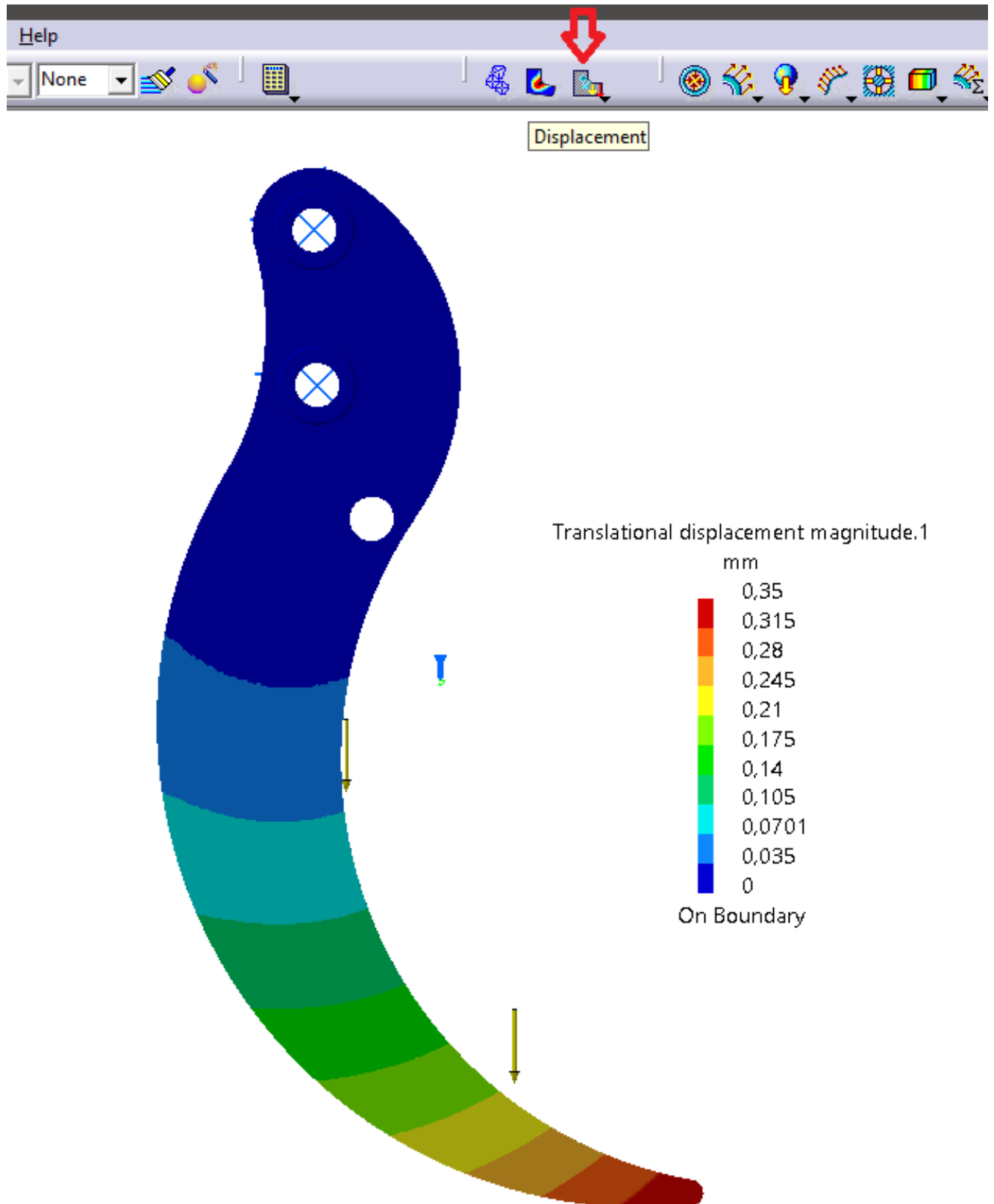
Nakon odabira svih parametara odabire se Compute, tj. izračun i izvršenje simulacije.



Slika 3. 25. Proračun zadanih parametara i izvršenje simulacije.

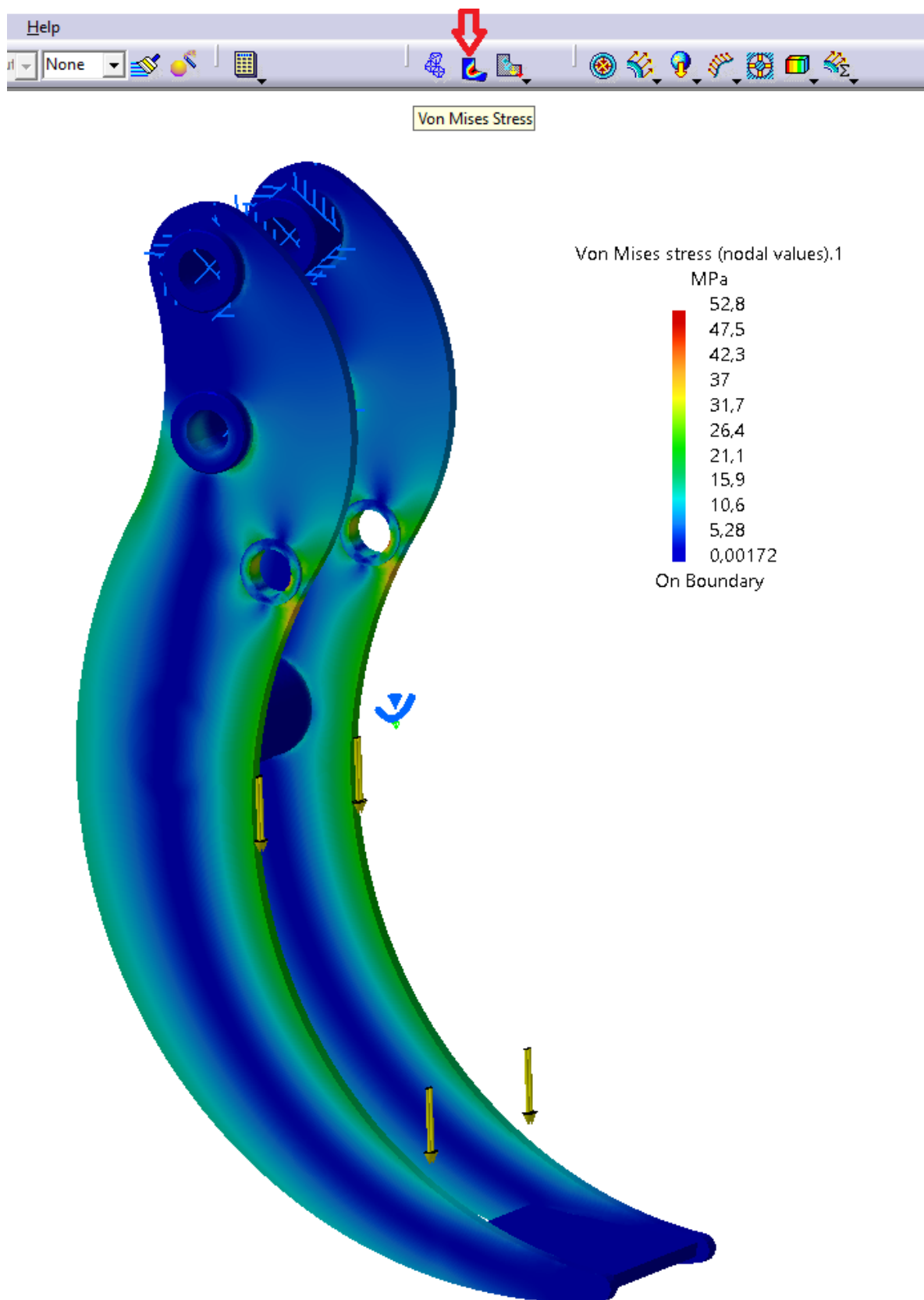
Kao rezultat simulacije napreznja dobijemo deformaciju, napreznje i pomak.

Maksimalni pomak Škara I iznosi 0,35 mm.

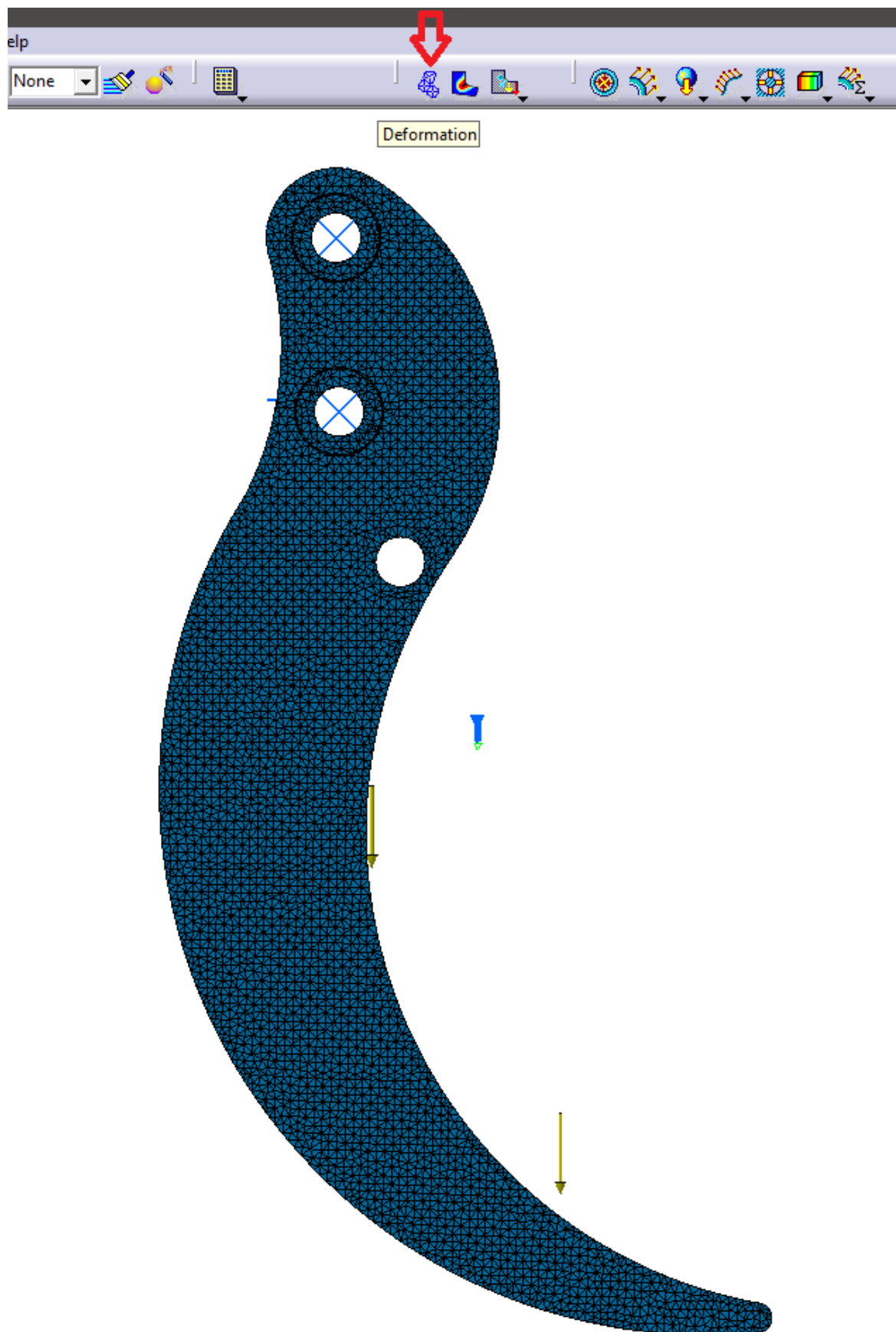


Slika 3. 26. Pomak Škara I.

Maksimalno naprežanje Škara I iznosi 52.8 MPa.



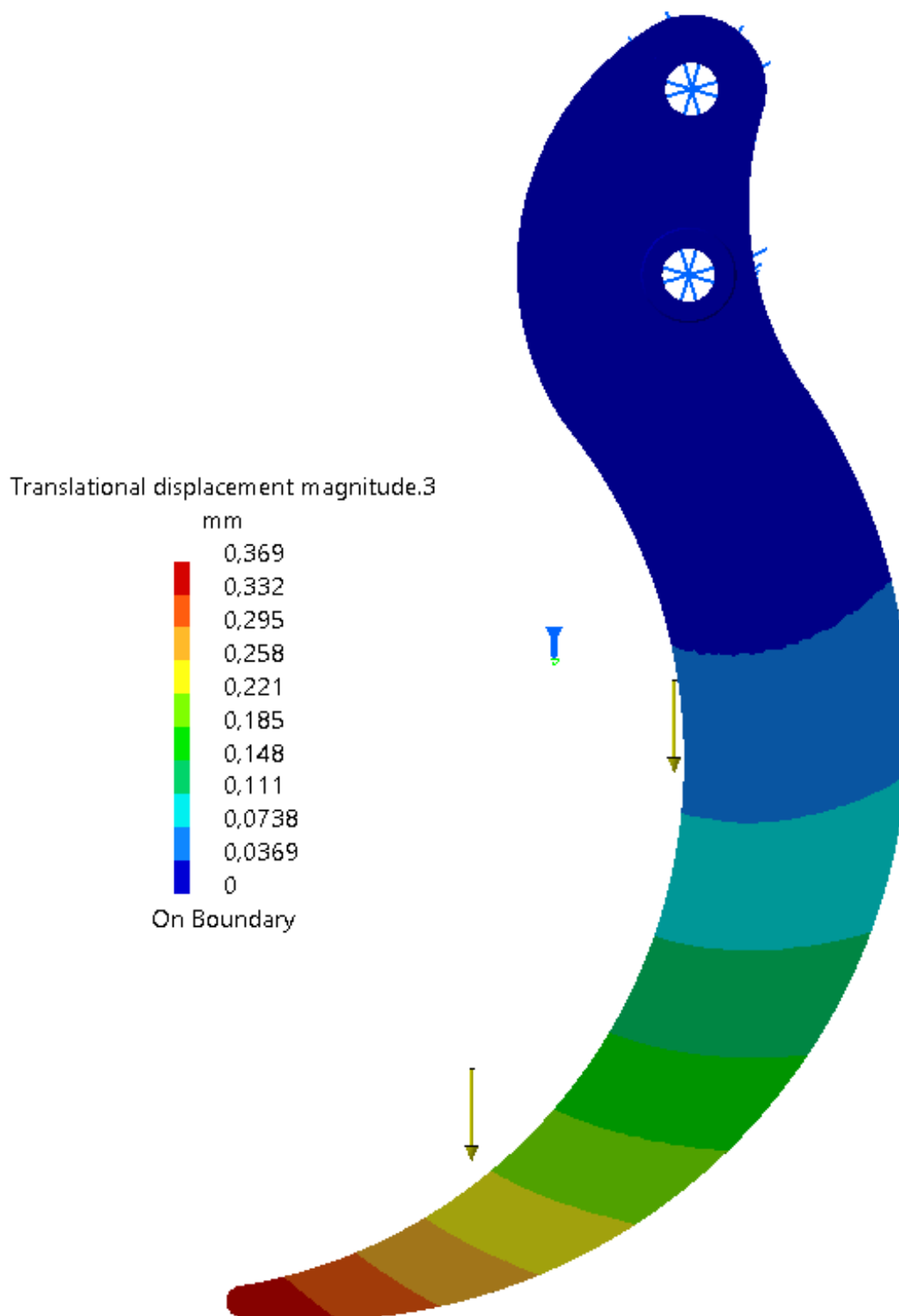
Slika 3. 27. Naprezanje Škara I.





Slika 3. 28. Deformacija Škara I.

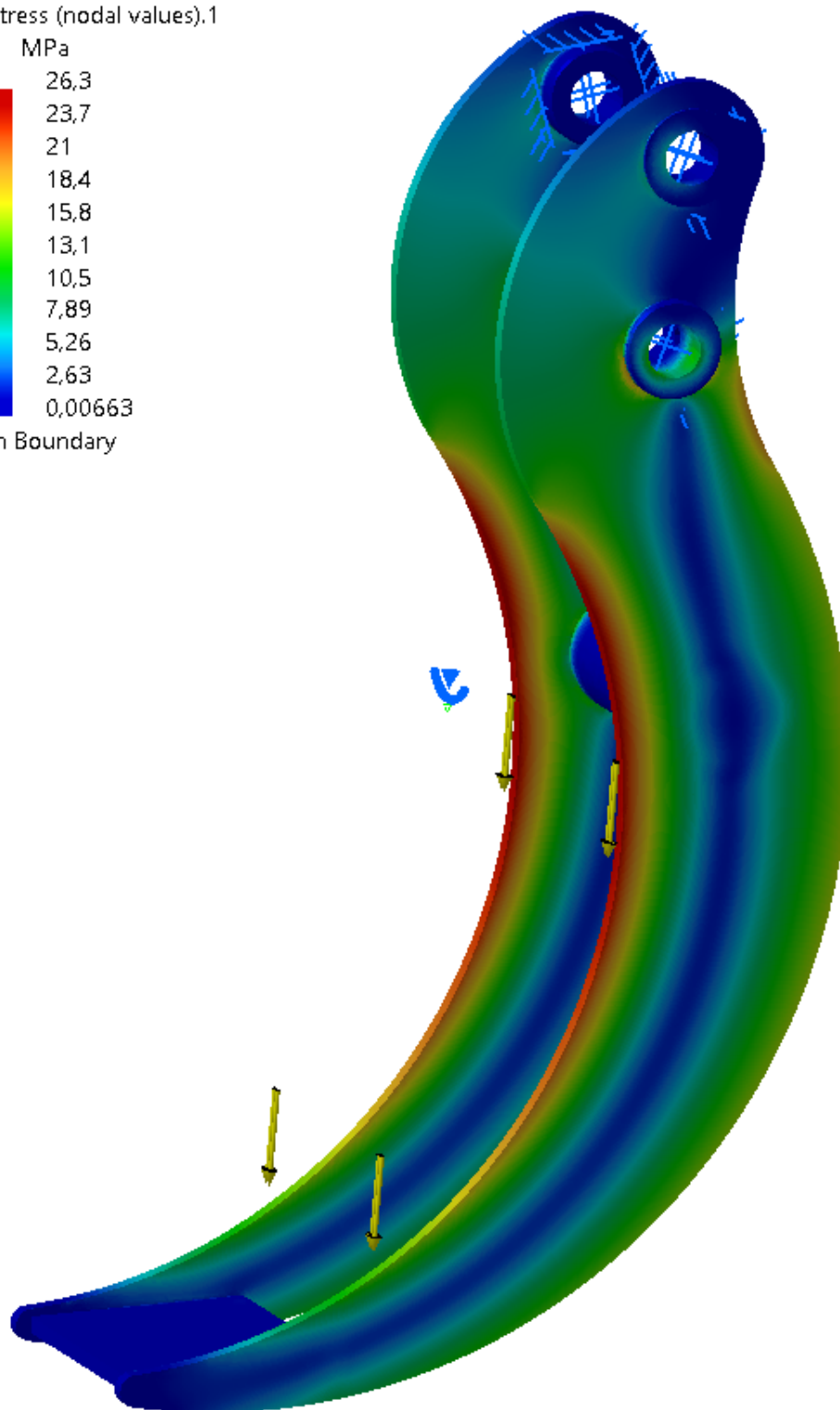
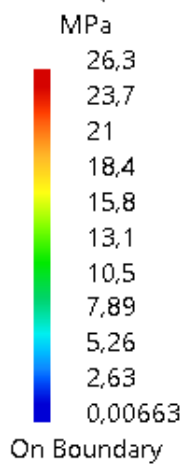
Postupak proveden na Škarama I provodi se identično i na Škarama II.  
Maksimalni pomak Škara II iznosi 0,369 mm.



Slika 3. 29. Pomak Škara II.

Maksimalno naprezanje škara II iznosi 26,3 MPa.

Von Mises stress (nodal values).1



**Slika 3. 30. Naprezanje Škara II.****Tablica 5. Rezultati simulacije naprezanja Škara I**

| Veličina konačnog elementa, mm | Pomak, mm | Naprezanje, MPa |
|--------------------------------|-----------|-----------------|
| 10                             | 0,364     | 46,8            |
| 9                              | 0,347     | 46,5            |
| 8                              | 0,356     | 49,7            |
| 7                              | 0,355     | 47,9            |
| 6                              | 0,348     | 53,4            |
| 5                              | 0,352     | 54,6            |
| 4                              | 0,350     | 52,8            |

**Tablica 6. Rezultati simulacije naprezanja Škara II**

| Veličina konačnog elementa, mm | Pomak, mm | Naprezanje, MPa |
|--------------------------------|-----------|-----------------|
| 10                             | 0,373     | 26,2            |
| 9                              | 0,369     | 25,9            |
| 8                              | 0,375     | 26,3            |
| 7                              | 0,373     | 26,3            |
| 6                              | 0,374     | 26,5            |
| 5                              | 0,373     | 26,2            |
| 4                              | 0,369     | 26,3            |

| VRSTA<br>ČELIKA                                | $R_m$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>Debljine 3 ÷ 100 mm | $R_{eH}$ (N/mm <sup>2</sup> )<br>Za debljine materijala (mm) |         |         |            |            |
|--|---|--|---------|---------|------------|------------|
|  |   | < 16   | 16 ÷ 40 | 40 ÷ 63 | 63 ÷ 80    | 80 ÷ 100   |
| Č 0130   | 290 ÷ 510   | 185  | 175     | -       | -          | -          |
| Č 0370<br>Č 0371<br>Č 0361<br>Č 0362<br>Č 0363 | 340 ÷ 470   | 135<br>235   | 225     | 215     | 205<br>215 | 195<br>215 |
| Č 0451<br>Č 0452<br>Č 0453                     | 410 ÷ 540   | 275<br>275   | 265     | 255     | 235<br>245 | 225<br>235 |
| Č 0561<br>Č 0562<br>Č 0563                     | 490 ÷ 630   | 355  | 345     | 335     | 315<br>325 | 305<br>315 |
| Č 0545   | 470 ÷ 610   | 295  | 285     | 275     | 265        | 255        |
| Č 0645   | 570 ÷ 710   | 335  | 325     | 315     | 305        | 295        |
| Č 0745   | 670 ÷ 830   | 365  | 355     | 345     | 335        | 325        |

Slika 3. 31. Mehanička svojstva konstrukcijskih čelika. [22]

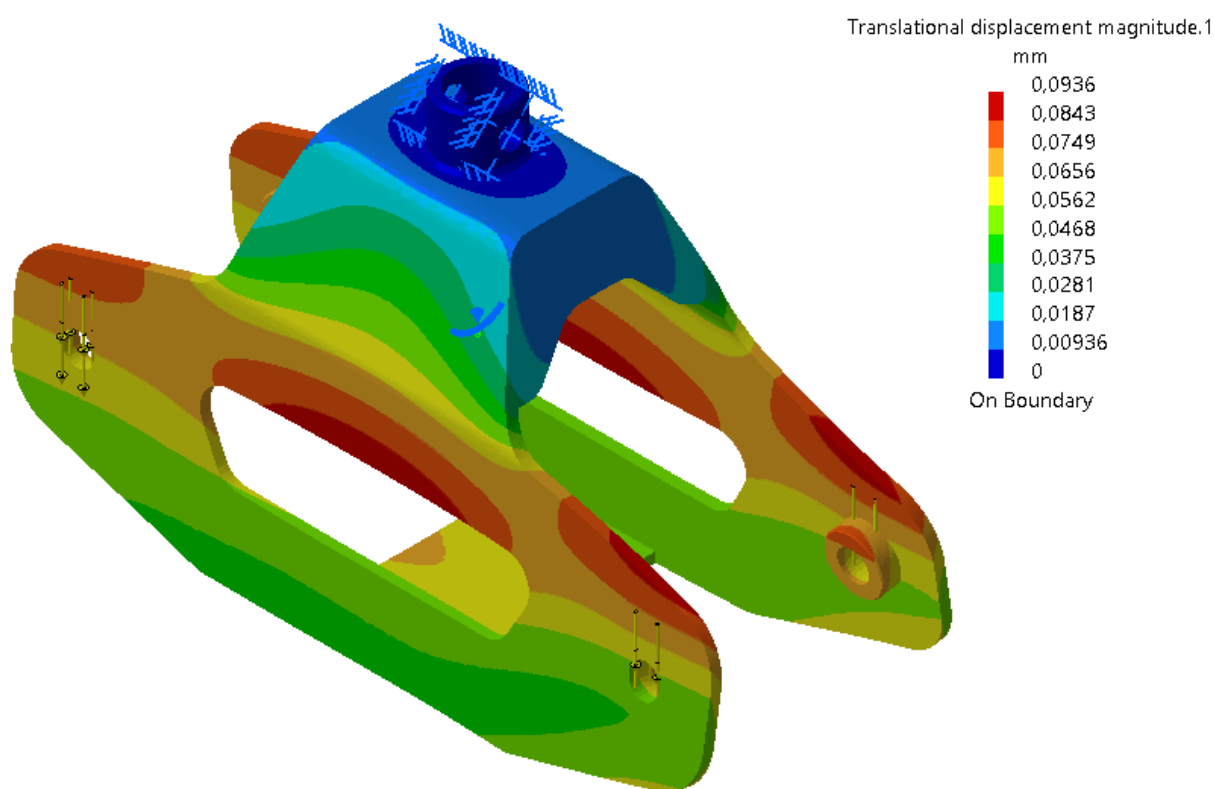
Maksimalna nosivost škara iznosi 400 kg, nosivost se dijeli tako da svake škaru nose po 200 kg. Budući da nije došlo do značajnijeg pomaka kod dvostruko većeg opterećenja, škaru zadovoljavaju, a samim time i debljina materijala za izradu škara od 8 mm zadovoljava.

Materijal za izradu škara je Č.0451, za koji maksimalno dopušteno granično naprezanje za debljinu od 8 mm iznosi  $275 \text{ N/mm}^2 = 275 \text{ MPa}$  (Slika 3.31.). Provedenom simulacijom, dobivena maksimalna naprezanja za Škaru I u iznosu od 52,8 MPa, te Škaru II u iznosu od 26,3 MPa su znatno manja od dopuštenog naprezanja, stoga škaru zadovoljavaju.

Simulacija je provedena i na glavnom nosaču. Postupak je gotovo isti kao i kod Škara I, razlika je samo u odabiru mjesta uklještenja i sile.

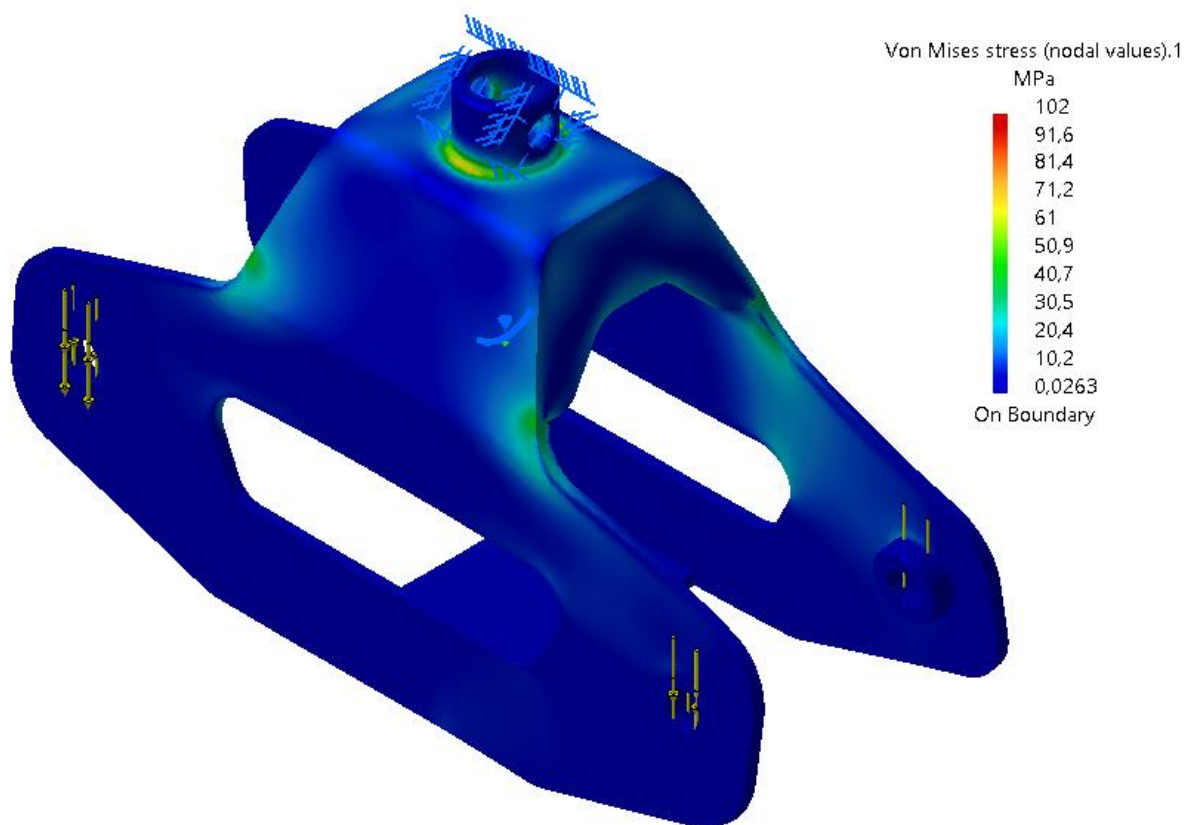
Glavni nosač je uklješten na provrtu prirubnice, odabrana je distribuirana sila u iznosu od 8000 N, a veličina konačnog elementa je 4 mm.

Maksimalni pomak iznosi 0,0936 mm.



**Slika 3. 32. Pomak Glavnog nosača.**

Maksimalno naprezanje Glavnog nosača iznosi 102 MPa.



**Slika 3. 33. Naprezanje Glavnog nosača.**

U simulaciji je korištena sila od 8000 N što je dvostruko veće od zadane nosivosti.

Maksimalni pomak glavnog nosača kod sile od 8000N iznosi 0,0936 mm što je zanemarivo, a samim time pretpostavljena debljina materijala za izradu od 8 mm je dovoljna i nije potrebno dodatno ojačanje.

Materijal za izradu Glavnog nosača je Č.0451, za koji maksimalno dopušteno granično naprezanje za debljinu od 8 mm iznosi  $275 \text{ N/mm}^2 = 275 \text{ MPa}$  (Slika 3.31.). Provedenom simulacijom, dobiveno maksimalno naprezanje za Glavni nosač iznosi 102 MPa što je više nego dvostruko manje od dopuštenog naprezanja, a time glavni nosač zadovoljava.

### 3.5. Odabir uložnih standardnih dijelova

#### 3.5.1. Mazalica

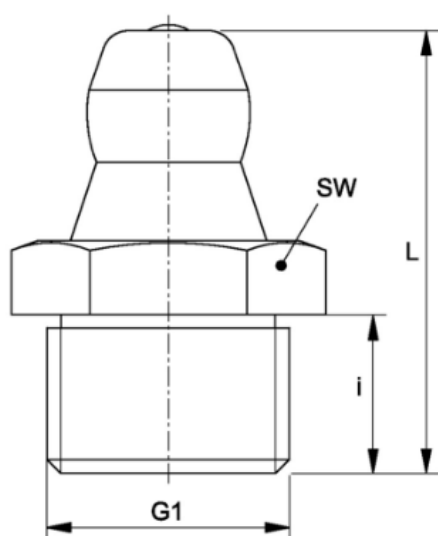
Mazalica, priključak za podmazivanje, je metalna spojnica koja se koristi u mehaničkim sustavima za dovod maziva u ležaj ili neki drugi strojni element, pod umjerenim do visokim tlakom pomoću pištolja za podmazivanje.

Mazalica se postavlja pomoću navoja, čime se ostavlja vanjska spojnica (glava) na koju se pričvršćuje pištolj za podmazivanje.

Standardni promjer glave mazalice je 6,5 (-0,2) mm. Tlak koji stvara pištolj za mast prisiljava malu zarobljenu kuglu u priključku da savlada silu potporne opruge, otvara se prolaz kako bi mazivo moglo proći kroz kanal i ući u praznine ležaja. Kad pritisak prestane, kugla se vraća u svoj zatvoreni položaj. Kugla sprječava ulazak prljavštine i djeluje kao nepovratni ventil za sprečavanje istjecanja masti. Kugla se gotovo uklapa u površinu okova tako da se može obrisati nakon podmazivanja kako bi se spriječilo unošenje nečistoća u ležaj. Uobičajeni konveksni oblik spojnice omogućuje da se konkavni vrh pištolja za podmazivanje lako spoji za cijevni priključak iz više uglova, ali s dovoljno čvrstim zahvatom da mast pomakne kuglu i prođe kroz mazalicu, a ne da curi pored.

Mazalica je obično izrađena od pocinčanog čelika, nehrđajućeg čelika ili mjedi. [23]

Odabrana je mazalica M8.

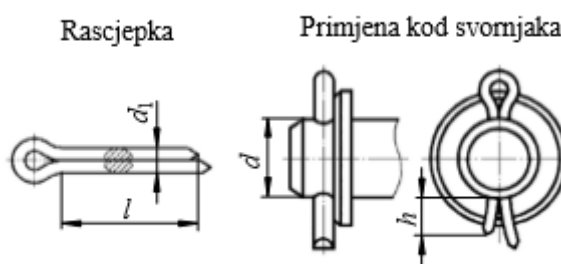


#### Tehničke informacije

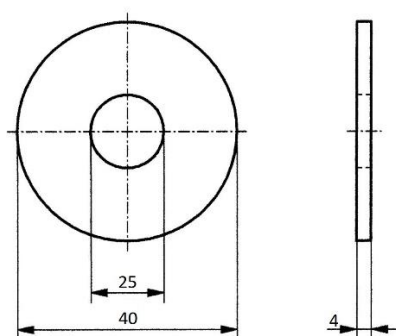
|    |           |
|----|-----------|
| L  | 15 mm     |
| G1 | M 8 x 1 K |
| SW | 9 mm      |
| i  | 5.5 mm    |

**Slika 3. 34. Dimenzije mazalice. [24]****3.5.2. Rascjepka i podloška**

Rascjepke su jednostavni i jeftini strojni elementi koji se upotrebljavaju prvenstveno kao osigurači od ispadanja svornjaka i osigurači od odvijanja matice u vijčanim spojevima. Standardizirane su prema DIN 94 (ISO 1234). Rascjepke se izrađuju prvenstveno od mekih konstrukcijskih čelika, a rjeđe od bakra, bronci i legura aluminija. Rascjepka ima manji promjer od promjera rupe u svornjaku ili vijku, što osigurava jednostavnu montažu. S obzirom da materijal rascjepke ima nisku granicu tečenja, oba njezina kraka mogu se nakon namještanja u svornjak ili vijak lako plastično deformirati i time spriječiti ispad rascjepke. Prilikom demontaže krakovi rascjepke ponovno se izravnavaju i rascjepka se izvuče. U pravilu se pojedina rascjepka upotrebljava samo jednom. [25]

**Slika 3. 35. Rascjepka i njena primjena. [25]**

Odabire se rascjepka DIN94-A2-4X40. [27]

**Slika 3. 36. Podloška. [26]**

Odabire se podloška D25.



### 3.6. Modeliranje i opis dijelova u CATIA V5

Programi za izradu 3D modela mogu se prema namjeni i rezultatima podijeliti na:

- programe za crtanje kontura i dijagrama
- programe za modeliranje ljuski
- programe za modeliranje oblika geometrijskih tijela, odnosno strojnih dijelova i sklopova.

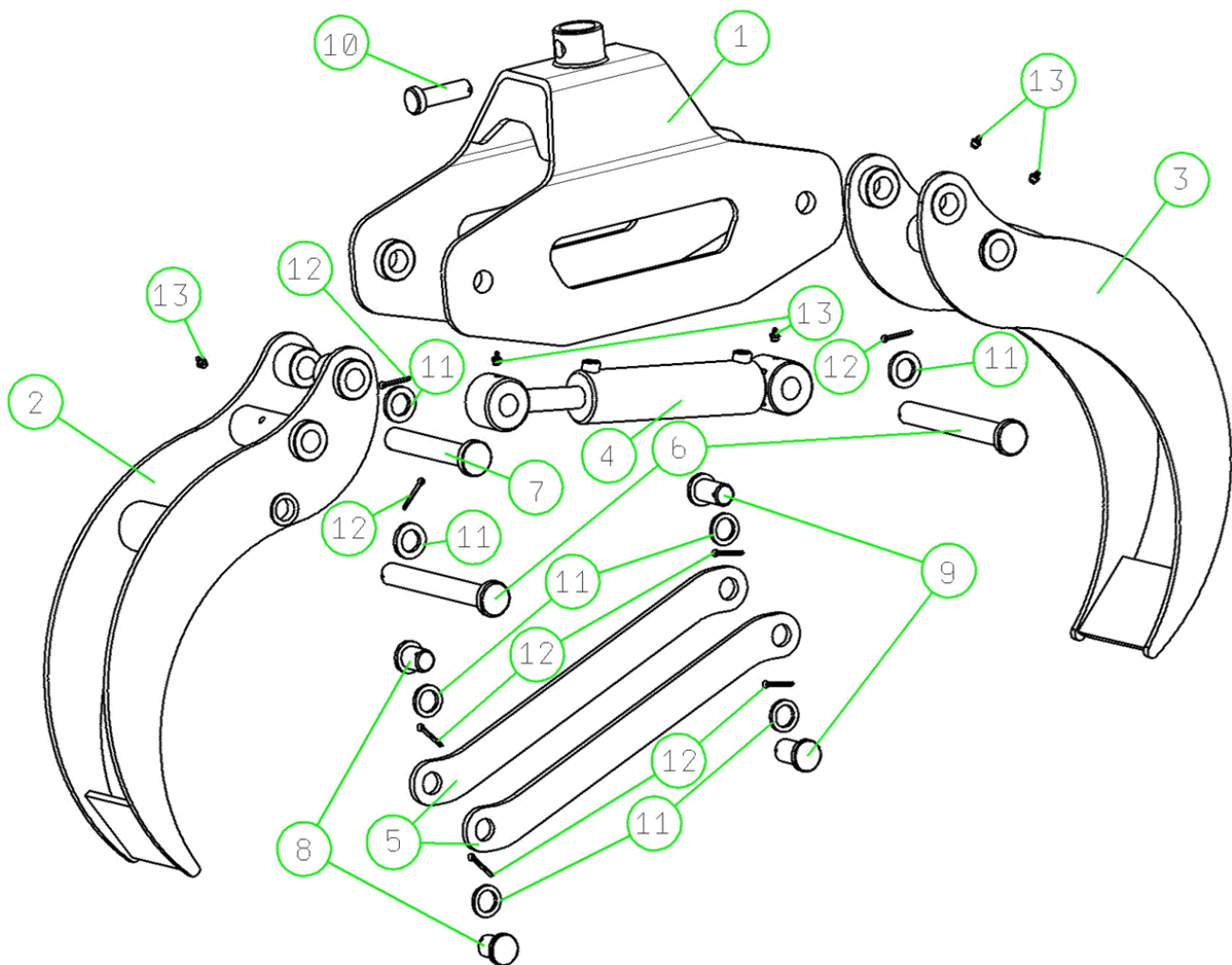
Kako se ovi programi mogu podijeliti na površinsko (Surface) i zapreminsko (Solid) modeliranje, dobivamo vrste grafičke prezentacije:

- modeliranje složenih kontura i dijagrama
- žičani, ivični modeli (Wire Frame)
- površinski modeli (Surface)
- zapreminski modeli (Solid)
- hibridni modeli (kombinacija površinskih i zapreminskih modela)

U radu je za izradu 3D modela korišten program CATIA V5 i njegov modul za zapreminsko modeliranje Part Design, kao i modul za izradu skica Sketcher, za izradu sklopova Assembly Design i za izradu tehničke dokumentacije Drafting.

Termin zapreminsko modeliranje odnosi se na postupak gdje se dijelovi kreiraju kombinacijom zapreminskih objekata ili tehničkih elemenata da bi se dobio 3D strojni dio. Zapreminski modeli se generiraju i na temelju 2D skiciranih profila za dobivanje tehničkih elemenata kao što su osovine, ekstruzije, „džepovi“, „rebra“, ili elementi tipa loft. Gotovi tehnički elementi tipa draft, fillet, chamfer ili thickness se kreiraju zadavanjem komandi nad postojećom geometrijom 3D modela, kako bi se kreirao složeniji model, tj. izvršila bi se njegova nadogradnja. Iz spomenutog se može reći da snaga zapreminskog modeliranja zavisi od toga koliko se jednostavno neki objekt može definirati kombinacijom različitih objekata da bi se kreirao željeni oblik. [27]

3.6.1. Sklop s popisom dijelova

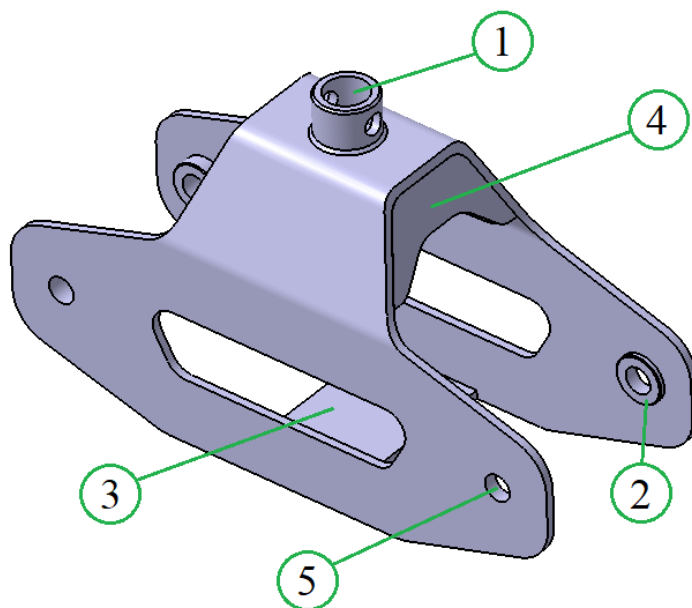


| Broj | Naziv                | Količina |
|------|----------------------|----------|
| 1    | Glavni nosač         | 1        |
| 2    | Škare I              | 1        |
| 3    | Škare II             | 1        |
| 4    | Hidraulički cilindar | 1        |
| 5    | Poveznica            | 2        |
| 6    | Svornjak I           | 2        |
| 7    | Svornjak II          | 1        |
| 8    | Svornjak III         | 2        |
| 9    | Svornjak IV          | 2        |
| 10   | Svornjak V           | 1        |
| 11   | Podloška             | 7        |
| 12   | Rascjepka            | 7        |
| 13   | Mazalica             | 5        |

Slika 3. 37. Eksplodirani prikaz sklopa s popisom dijelova.

### 3.6.2. Opis dijelova

#### 3.6.2.1. Glavni nosač

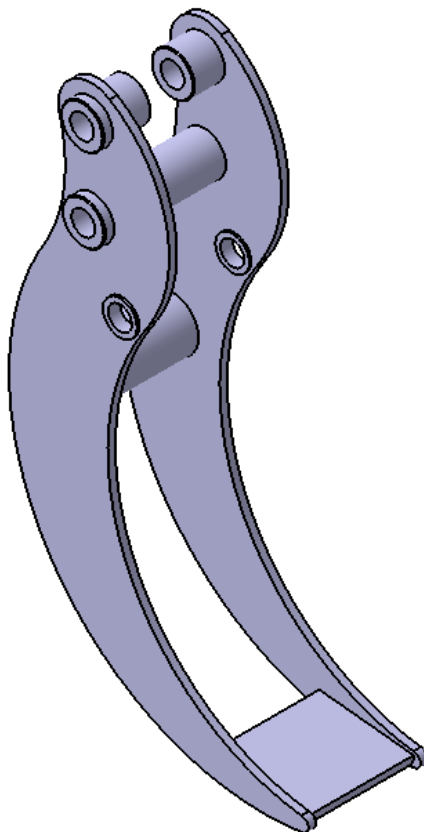


Slika 3. 38. Glavni nosač

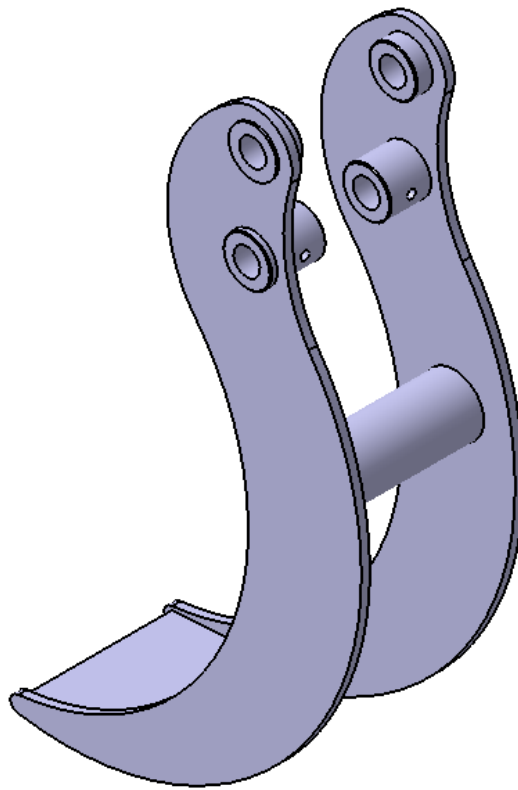
Glavni nosač izrađen je od konstrukcijskog čelika Č.0451, debljine 8 mm. Konstrukcijski čelici moraju imati visoku granicu razvlačenja, dovoljnu plastičnu deformabilnost (radi izbjegavanja pojave krhkog loma), visoku granicu puzanja i čvrstoću pri povišenim temperaturama, te zadovoljavajuću žilavost i dinamičku izdržljivost. Pored toga, konstrukcijski čelici moraju biti otporni na trošenje i koroziju, te obradivi odvajanjem čestica (rezanje), zavarljivi, skloni hladnom oblikovanju (savijanje, štancanje, duboko vučenje). [28] Glavni nosač je izrađen od više dijelova, nakon obrade rezanjem i savijanjem dobiva se konačni oblik. Glavni nosač je pojačan u gornjem dijelu na dva mjesta ubacivanjem komada debljine 8 mm (4), te na dnu nosača kvadratnom pločom debljine 8 mm(3). Sva pojačanja su spojena na glavni nosač kutnim zavarom debljine 3 mm. Provrti u koje dolazi svornjak (5) su dodatno ojačani bešavnom cijevi (2) D25x45.

Na vrh nosača dolazi prirubnica(1) izrađena od bešavne cijevi D40x56 sa bočnim provrtom.

## 3.6.2.2. Škare

**Slika 3. 39. Škare I**

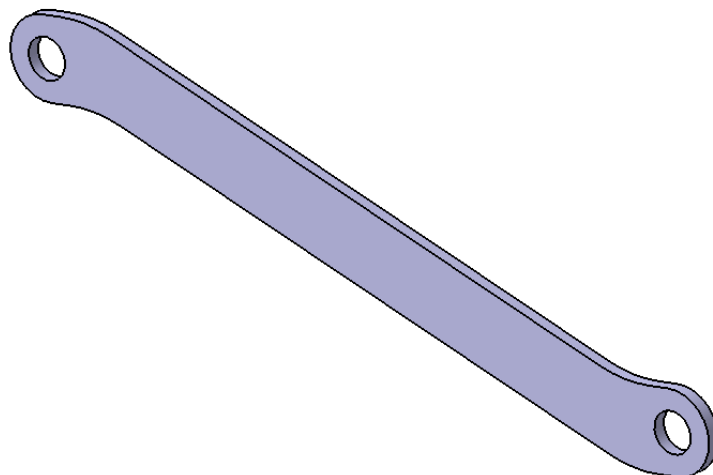
Škare I su izrađene od konstrukcijskog čelika Č.0451, debljine 8 mm. Sastoje se dvije paralelne identične ploče zaobljenog oblika, debljine 8 mm, međusobno povezane na šest mjesta kutnim zavarom debljine 3 mm sa tri dijela od kojih je jedan dio kvadratna ploča debljine 8 mm, drugi bešavna cijev D40x56, a treći bešavna cijev D25x45 na koju dolazi bočni provrt s navojem M8 za mazalicu kako bi se osiguralo podmazivanje Svornjaka I. Provrti su ojačani bešavnom cijevi D25x45 koja je također zavarena kutnim zavarom debljine 3 mm.



**Slika 3. 40. Škare II**

Škare II su izrađene od konstrukcijskog čelika Č.0451, debljine 8 mm. Sastoje se dvije paralelne identične ploče zaobljenog oblika, debljine 8 mm, međusobno povezane na četiri mjesta kutnim zavarom debljine 3 mm sa dva dodatna dijela od kojih je jedan dio kvadratna ploča debljine 8 mm a drugi bešavna cijev D40x56. Provrta su ojačani bešavnom cijevi koja je također zavarena kutnim zavarom debljine 3 mm. Bešavna cijev D25x45 sadrži provrt s navojem M8 u koje dolaze mazalice kako bi se osiguralo podmazivanje Svornjaka I.

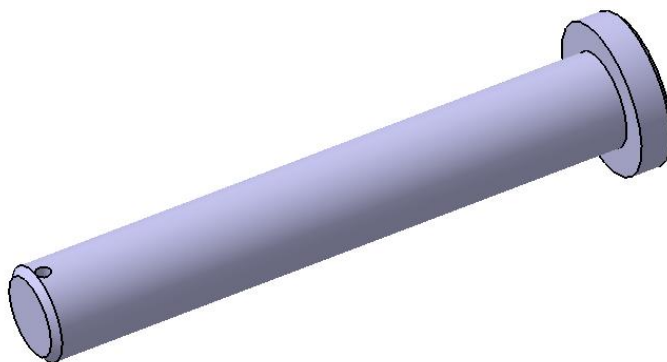
### 3.6.2.3. Poveznica



**Slika 3. 41. Poveznica**

Poveznica je izrađena od konstrukcijskog čelika Č.0451, debljine 8 mm, sadrži dva provrta. Poveznica povezuje Škare I i Škare II i omogućava njihovo sinkrono gibanje.

### 3.6.2.4. Svornjak

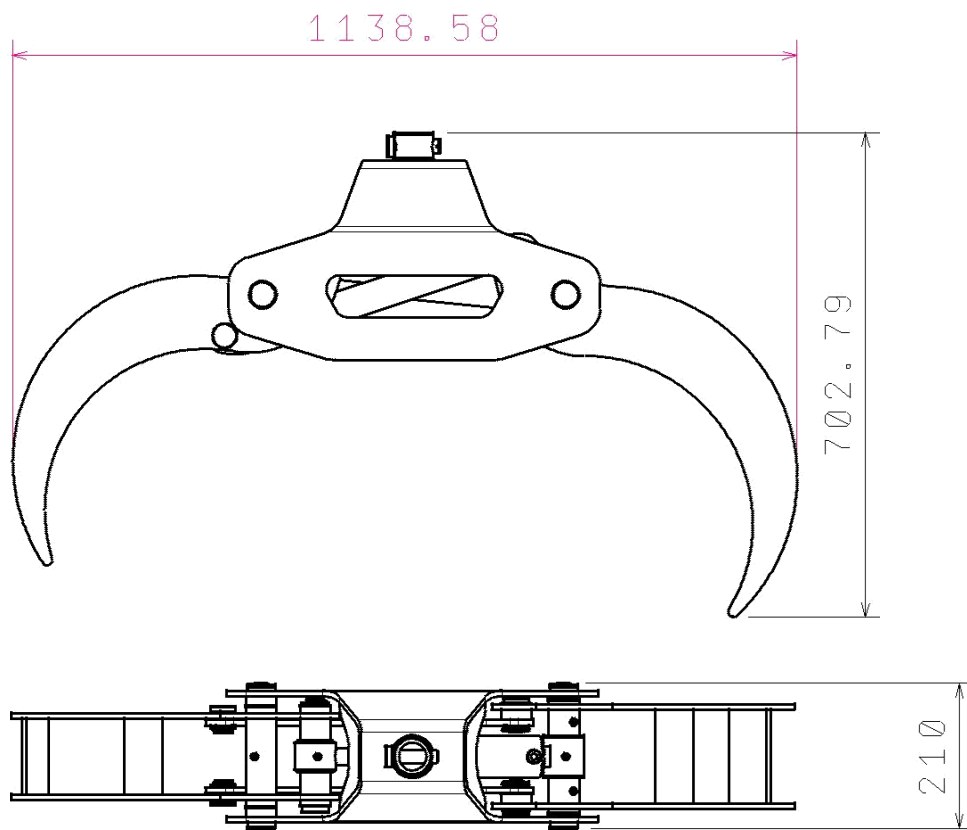


**Slika 3. 42. Svornjak II**

Svornjaci su konstrukcijski elementi kojima se dobivaju zglobni spojevi.

Materijal svornjaka je Č.0545. U sklopu se koriste svornjaci s glavom i provrtom za rascjepku. Svornjaci moraju biti podmazivani.

### 3.6.3. Dimenzije sklopa



Slika 3. 43. Dimenzije sklopa

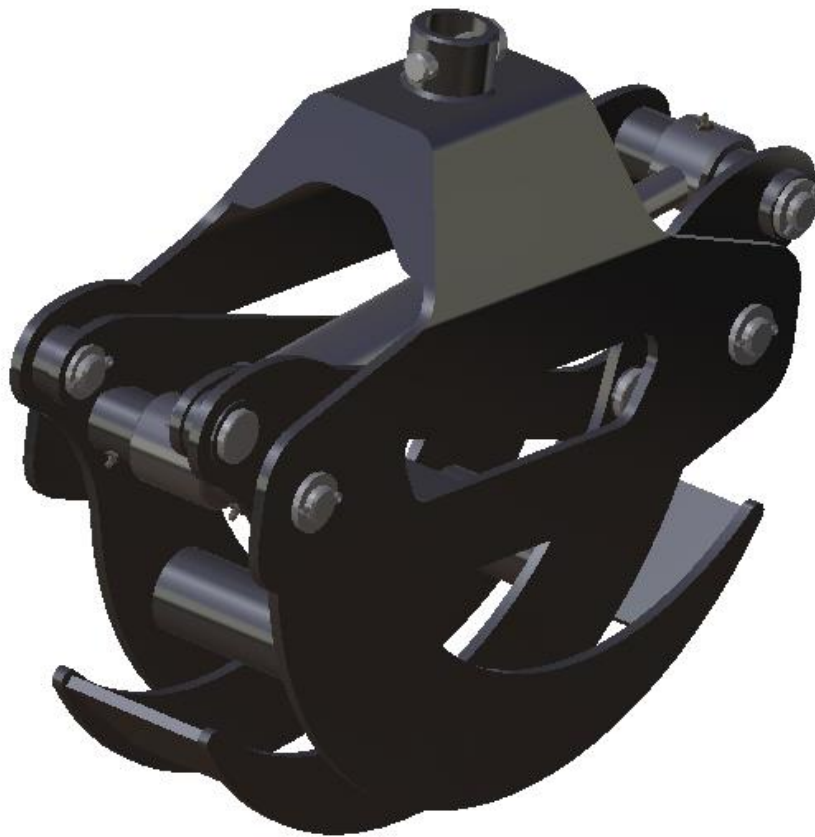
#### 4. KONAČNI PROIZVOD

Za sklop je izrađen proračun svih nosivih dijelova te simulacija naprežanja, iz kojih svi dijelovi zadovoljavaju zadane uvjete, te su odabrane hidrauličke komponente i ostali standardni dijelovi.



Slika 4. 1. Sklop (otvoreni)





**Slika 4. 2. Sklop (zatvoreni)**

## **5. ZAKLJUČAK**

Ideja završnog rada bila je konstrukcija hidrauličkih škara za trupce za vlastite potrebe. Analizom tržišta utvrđeno je da postoji više vrsta hidrauličkih škara, ali ipak nisu prihvatljive ili cijenom ili veličinom, stoga sam se odlučio za konstrukciju vlastitih. Kako bi se smanjila cijena sklopa, pokušao sam pojednostaviti izradu, smanjiti količinu utrošenog materijala i koristiti standardne elemente dostupne na tržištu pod uvjetom da sklop ne gubi na kvaliteti i učinkovitosti.

U završnom radu obuhvaćena je izrada idejnog rješenja, proračuna i simulacije naprezanja te modeliranje i izrada tehničke dokumentacije. Ovaj završni rad je moj prvi projekt koji sam izradio samostalno, koristeći isključivo znanje stečeno na studiju.

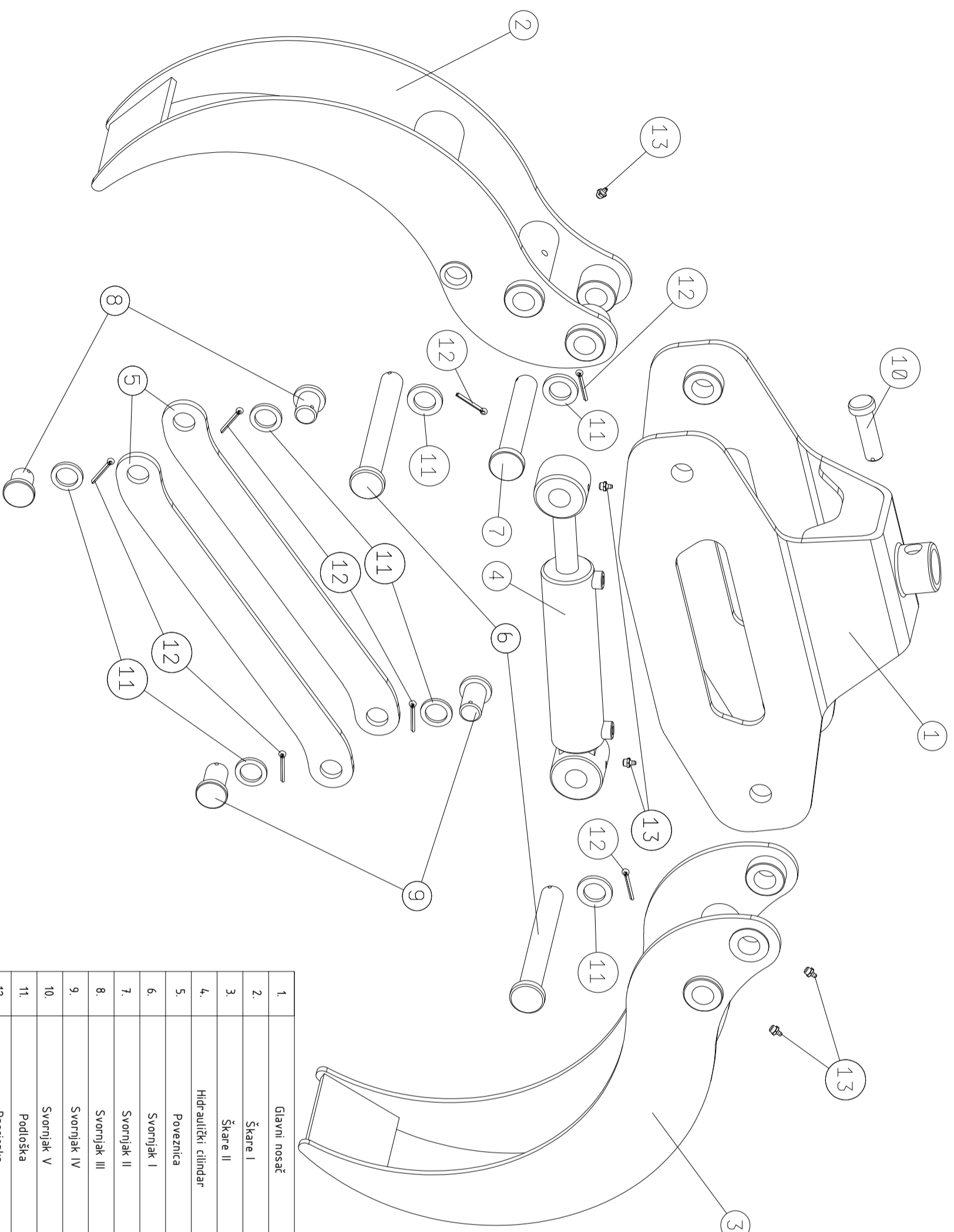
## **PRILOZI**

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

## LITERATURA

- [1] Paražanin I.: „Stroj za cijepanje ogrjevnog drva“: Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2015.
- [2] [https://hr.wikipedia.org/wiki/Ogrjevno\\_drvo](https://hr.wikipedia.org/wiki/Ogrjevno_drvo)
- [3] <https://tuzlanski.ba/wp-content/uploads/2019/07/drva-ogrijev.jpeg>
- [4] [https://jugmedia.rs/wp-content/uploads/2018/04/radan-planina\\_naslovna\\_drva.jpg](https://jugmedia.rs/wp-content/uploads/2018/04/radan-planina_naslovna_drva.jpg)
- [5] <https://www.ewald-finnenkoetter.de/start.php?p=brennholzspalter&i=rueckewagen>
- [6] [https://www.truck1-hr.com/img/Prikljucak\\_Grajfer\\_Ghedini\\_Ing\\_Fabio\\_Log\\_Grab-xxl-9432/9432\\_6757353058355.jpg](https://www.truck1-hr.com/img/Prikljucak_Grajfer_Ghedini_Ing_Fabio_Log_Grab-xxl-9432/9432_6757353058355.jpg)
- [7] [http://www.hirzin-commerce.com/index.php?content=hardox\\_ploce](http://www.hirzin-commerce.com/index.php?content=hardox_ploce)
- [8] [https://cdn.shopify.com/s/files/1/1994/6709/files/5M1A1860\\_133\\_ANTI-SULEVmodified\\_970x.jpg?v=1555514508](https://cdn.shopify.com/s/files/1/1994/6709/files/5M1A1860_133_ANTI-SULEVmodified_970x.jpg?v=1555514508)
- [9] <http://nebula.wsimg.com/84c2601070f161a6a44ccb0955238697?AccessKeyId=CCD15FC011954CB889C8&disposition=0&alloworigin=1>
- [10] <http://www.vitli-krpan.com/en/sales-program/forestry-trailers-with-cranes/grabs/562-gr-110>
- [11] <https://www.deleks.se/en/log-grabs/41-dp-16-single-furrow-plough-for-16-30hp-for-japanese-tractors-kubota-kioti.html>
- [12] [https://uniforest.si/hr/proizvodi/prihvati\\_za\\_trupce/48/prijemala\\_za\\_hlodovino/](https://uniforest.si/hr/proizvodi/prihvati_za_trupce/48/prijemala_za_hlodovino/)
- [13] <https://static.landwirt.com/3850-efd24ae9ef3485997f44a3fa6012524a-2065645-2vb.jpg>
- [14] <https://www.idrobenne.com/logging-grapples-and-forks>
- [15] <https://www.baltrotors.com/en/product/rotators/gr10-02>
- [16] Korbar R.: Pneumatika i hidraulika: skripta: Veleučilište u Karlovcu, 2007.
- [17] <http://www.rositeh.hr/hole-50/30-xxx>
- [18] [https://tehno-hidraulik.hr/wp-content/uploads/2017/04/visokotlacne\\_cijevi\\_14.pdf](https://tehno-hidraulik.hr/wp-content/uploads/2017/04/visokotlacne_cijevi_14.pdf)
- [19] <http://www.rositeh.hr/komplet-hidraulickih-cjevi-za-lg500>
- [20] <https://www.rotban.hr/komponente/blokirni.html>
- [21] Decker, K. H.: Elementi strojeva, Tehnička knjiga Zagreb, 1975.
- [22] [http://ttl.masfak.ni.ac.rs/ANALIZA%20NOSECIH%20STRUKTURA%202006\\_2007%20S%20A%20J%20T/PREDAVANJE-2%20%20%20ANS.pdf](http://ttl.masfak.ni.ac.rs/ANALIZA%20NOSECIH%20STRUKTURA%202006_2007%20S%20A%20J%20T/PREDAVANJE-2%20%20%20ANS.pdf)
- [23] [https://en.wikipedia.org/wiki/Grease\\_fitting](https://en.wikipedia.org/wiki/Grease_fitting)

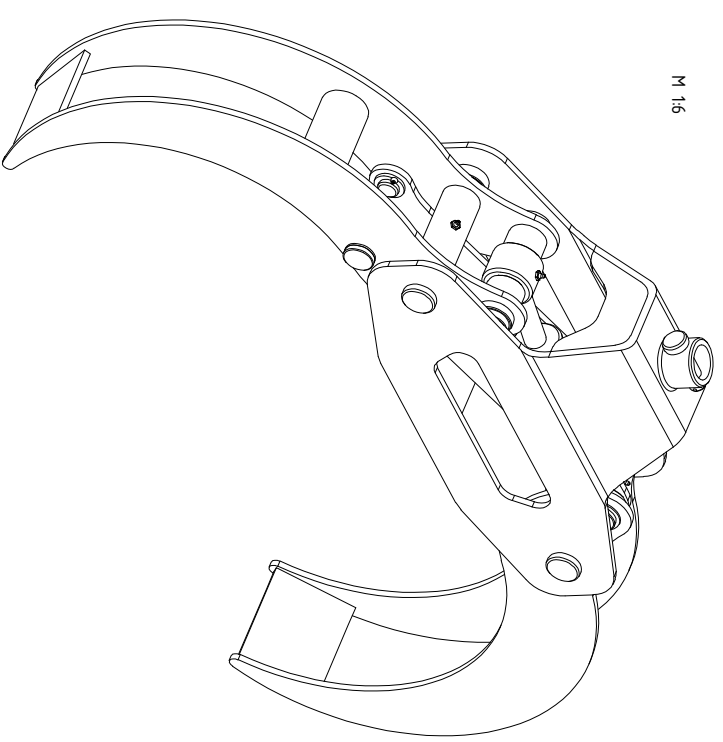
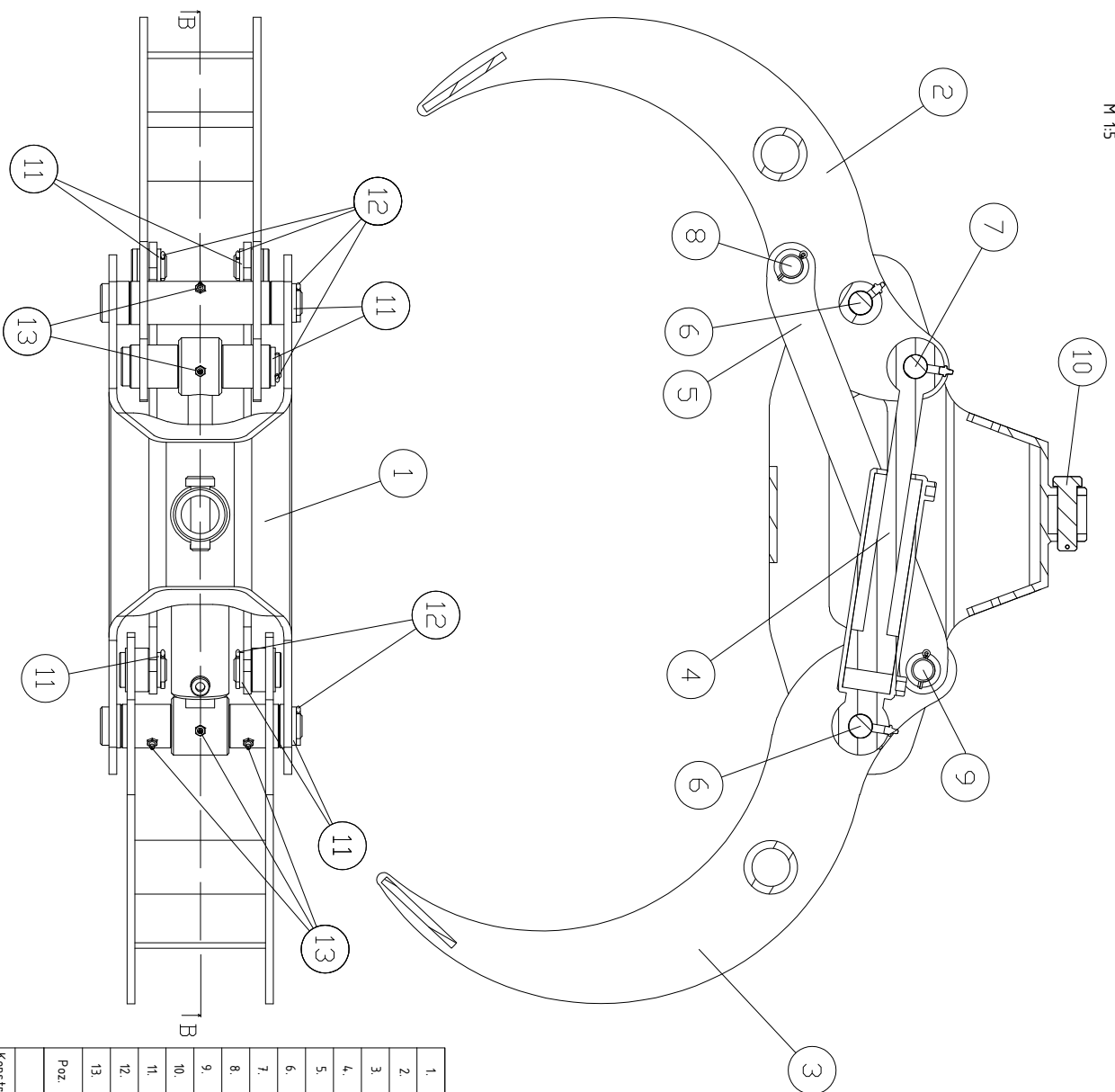
- 
- [24] [https://shop.hansa-flex.hr/hr\\_HR/pribor-i-alati/mazalica/konusna-mazalica/ravno/snk-form-m8-1/p/SNKFORM8-1](https://shop.hansa-flex.hr/hr_HR/pribor-i-alati/mazalica/konusna-mazalica/ravno/snk-form-m8-1/p/SNKFORM8-1)
- [25] <https://eshop.wuerth.com.hr/A/hr-HR/Artikal/Sifra/474440/rascjepka-din94-a2-4x40>
- [26] Jelaska D.: Elementi strojeva: skripta: Sveučilište u Splitu, 2005.
- [27] [https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id\\_clanak\\_jezik=149137](https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=149137)
- [28] <https://omnimerkur.hr/prodajni-program-en/crna-metalurgija-en/konstrukcijski-celici-en/>



|      |                      |      |                         |          |                   |           |
|------|----------------------|------|-------------------------|----------|-------------------|-----------|
| 1.   | Glavni nosač         | 1.   |                         | Č.0451   | 540x190x330,311   | 15,069    |
| 2.   | Škare I              | 1.   |                         | Č.0451   | 315,96x146x577,8  | 10,972    |
| 3.   | Škare II             | 1.   |                         | Č.0451   | 328,79x164x605,65 | 12,484    |
| 4.   | Hidraulički cilindar | 1.   |                         |          |                   |           |
| 5.   | Poveznica            | 2.   |                         | Č.0451   | 460,337x8x212,65  | 1,352     |
| 6.   | Svornjak I           | 2.   |                         | Č.0545   | 210x40x40         | 1,843     |
| 7.   | Svornjak II          | 1.   |                         | Č.0545   | 166x40x40         | 1,482     |
| 8.   | Svornjak III         | 2.   |                         | Č.0545   | 36,5x36x36        | 0,347     |
| 9.   | Svornjak IV          | 2.   |                         | Č.0545   | 4,9x36x36         | 0,45      |
| 10.  | Svornjak V           | 1.   |                         | Č.0545   | 77x30x30          | 0,465     |
| 11.  | Podloška             | 7.   |                         |          |                   |           |
| 12.  | Rascjepka            | 7.   |                         |          |                   |           |
| 13.  | Mazalica             | 5.   |                         |          |                   |           |
| Poz. | Naziv dijela         | Kom. | Standard<br>(crtež br.) | Material | Dimenzije         | Masa (kg) |

|             |   |                 |  |           |  |
|-------------|---|-----------------|--|-----------|--|
| Datum       |   | Ime i prezime   |  | Potpis    |  |
| Konstruirao | 09.01.2020.                                     | Marijan Bišćan  |  |           |  |
| Crtao       | 09.01.2020.                                     | Marijan Bišćan  |  |           |  |
| Pregledao   | 14.01.2020.                                     | Nikola Šimunčić |  |           |  |
| Mjerilo:    | Naziv sklopa:                                   | Škol. god.:     |  | Semestar: |  |
| 1:5         | Eksplozivni prikaz hidrauličkih škara za trupce | 2019./2020      |  | 01        |  |

VELEUČILIŠTE U KARLOVCU  
Strojarski Odjel



|             |                             |                |                      |  |                    |           |
|-------------|-----------------------------|----------------|----------------------|--|--------------------|-----------|
| 1.          | Glavni nosač                | 1.             | 1.                   | Č. 0451  | 540x190x330,311    | 15,069    |
| 2.          | Škare I                     | 1.             | 1.                   | Č. 0451  | 315,96x14,6x577,8  | 10,972    |
| 3.          | Škare II                    | 1.             | 1.                   | Č. 0451  | 328,79x16,4x605,65 | 12,484    |
| 4.          | Hidraulički cilindar        | 1.             | 1.                   |  |                    |           |
| 5.          | Poveznica                   | 2.             | 2.                   | Č. 0451  | 460,337x8x212,65   | 1,352     |
| 6.          | Svornjak I                  | 2.             | 2.                   | Č. 0545  | 210x40x4,0         | 1,843     |
| 7.          | Svornjak II                 | 1.             | 1.                   | Č. 0545  | 166x40x4,0         | 1,482     |
| 8.          | Svornjak III                | 2.             | 2.                   | Č. 0545  | 36,5x36x36         | 0,347     |
| 9.          | Svornjak IV                 | 2.             | 2.                   | Č. 0545  | 49x36x36           | 0,45      |
| 10.         | Svornjak V                  | 1.             | 1.                   | Č. 0545  | 77x30x30           | 0,465     |
| 11.         | Podloška                    | 7.             | 7.                   |  |                    |           |
| 12.         | Rascljenka                  | 7.             | 7.                   |  |                    |           |
| 13.         | Mazalica                    | 5.             | 5.                   |  |                    |           |
| Poz.        | Naziv dijela                | Kom.           | Standard (crtič br.) | Materijal  | Dimenzije          | Masa (kg) |
|             | Datum                       | Ime i prezime  | Popis                | <p style="text-align: center;"><b>VELEUČIŠTE U KARLOVCU</b><br/>Strojarski Odjel</p> |                    |           |
| Konstruirao | 09.01.2020.                 | Marijan Bišćan |                      |  |                    |           |
| Crtao       | 09.01.2020.                 | Marijan Bišćan |                      |  |                    |           |
| Pregledao   | 14.01.2020.                 | Nikola Šimunić |                      |  |                    |           |
| Mjerilo:    | Naziv sklopa:               |                |                      |  |                    |           |
| 1/5<br>1/6  | Hidrauličke škare za trupce |                |                      | Škol. god.: 2019/2020  | Broj crteža:       | Semestar: |
|             |                             |                |                      |  | 02                 |           |