

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**

**Светислав В. Ћировић**

**Конструисање уређаја за подизање и  
манипулисање терета**

**Завршни рад**

**Крагујевац, 2019.**

**Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу**



**Назив студијског програма: Машинско инжењерство**

**Ниво студија: Основне академске студије**

**Модул: Машинске конструкције и механизација**

**Предмет: Основи конструисања**

**Број индекса: 102/2016**

**Светислав В. Ћировић**

**Конструисање уређаја за подизање и  
манипулисање терета**

**Завршни рад**

**Комисија за преглед и одбрану:**

**1. Др Ненад Марјановић - ментор**

2. \_\_\_\_\_

3. \_\_\_\_\_

Датум одбране: \_\_\_\_\_

Оцена: \_\_\_\_\_

Препоручена литература:

- [1.]Н. Милорадовић, Р. Вујанац, Дизалични уређаји – Збирка решених задатака, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2018.
- [2.]М. Гашић, М. Савковић: Транспортни уређаји - основе прекидног транспорта, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, 2013.
- [3.]Јовичић С., Марјановић Н., Основи конструисања, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, САД Лабораторија, Крагујевац, 2011.

Крагујевац, 14.09.2019

Ментор:

Проф. Др Ненад Марјановић

---

## Резиме

У овом завршном раду приказане су дизаличне машине, њихов историјски развој и принцип рада. Приказана је подела дизаличних машина. Извршен је прорачун ручне дизалице за подизање терета и израђен је њен 3D модел. На основу прорачуна и модела израђена је симулација деформација и напона у деловима дизалице у програмском пакету SolidWorks.

**Кључне речи:** *дизалица, прорачун, терет, симулација.*

## Summary

This final paper presents the crane machines, their historical development and the principle of operation. The division of crane machines is shown. The calculation of the hand hoist was carried out and a 3D model was created. Based on calculations and models, a simulation of deformations and stresses in the parts of the crane in the SolidWorks software package was made.

**Keywords:** *crane, calculation, load, simulation.*

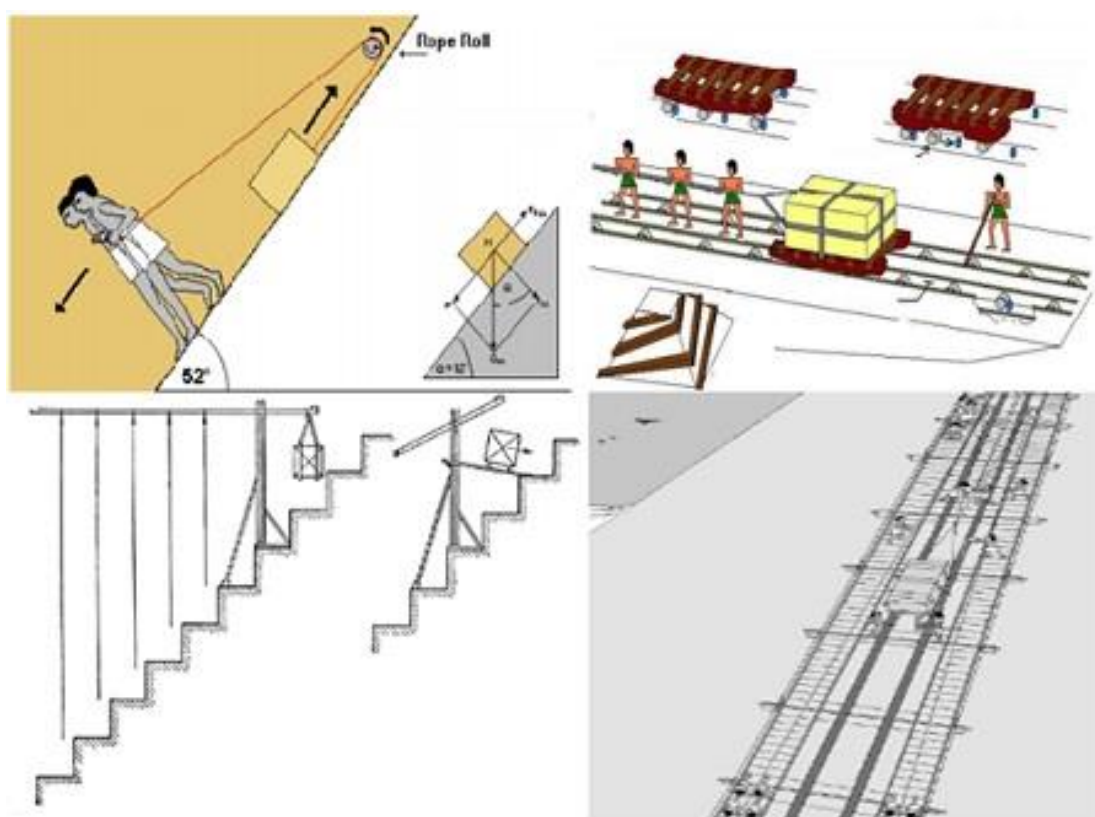
# Садржај

|                                                                    |           |
|--------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Увод .....</b>                                               | <b>1</b>  |
| <b>2. Механизми за дизање терета .....</b>                         | <b>3</b>  |
| 2.1 Дизалице са завојним вретеном .....                            | 4         |
| 2.2 Дизалице са зупчастом полугом .....                            | 4         |
| 2.3 Хидрауличне дизалице .....                                     | 5         |
| 2.4 Ручна потезна дизалица са челичним ужетом .....                | 7         |
| 2.5 Ручна полужна ланчана дизалица.....                            | 8         |
| 2.6 Ручна ланчана дизалица– чекрк.....                             | 8         |
| 2.7 Добош на ручни погон.....                                      | 9         |
| <b>3.Основне етапе током процеса конструисања .....</b>            | <b>10</b> |
| 3.1 Технички задатак .....                                         | 10        |
| 3.2 Конципирање конструкције .....                                 | 10        |
| 3.3 Разрада конструкције.....                                      | 11        |
| <b>4. Статички прорачун дизалице.....</b>                          | <b>12</b> |
| <b>5. Процес формирања 3D модела склопа уређаја за дизање.....</b> | <b>17</b> |
| <b>6. Нумеричка симулација делова дизалице .....</b>               | <b>24</b> |
| 6.1 Симулација оптерећења носача терета .....                      | 24        |
| 6.2 Симулација оптерећења полуге .....                             | 28        |
| <b>7. Закључак .....</b>                                           | <b>30</b> |
| <b>Литература .....</b>                                            | <b>31</b> |

## 1. Увод

Дизалично – транспортна средства су позната човечанству из далеке прошлости. Споменици материјалне културе који су откривени као резултат бројних археолошких истраживања сведоче да почетак примене дизаличних уређаја досеже све до древних цивилизација. И при веома ниском степену развоја цивилизације, човек се неизбежно сукобљавао са проблемима подизања и премештања терета. Проблем је решаван примитивним направама и уређајима, које су се системски усавршавале због нарасталих потреба развоја земљорадње (системи за наводњавање), грађевинарства, претовара у лукама, рударства и војне технике.

Градитељи старог Египта и Рима су простим средствима обављали послове подизања и премештања великих терета на велика растојања и висине. Тако је Кеопсова пирамида висине 147m била изграђена у XXII веку пре нове ере од камених блокова масе 90-100 t; стубови храма Сунца висине 28 m, пречника од 2m исечени су из једног комада камена, итд. Аристотел у својим радовима "Механички проблеми" наводи и описује различита средства за подизање и премештање терета, као нпр.: полуге, ваљке, катураче итд [1].



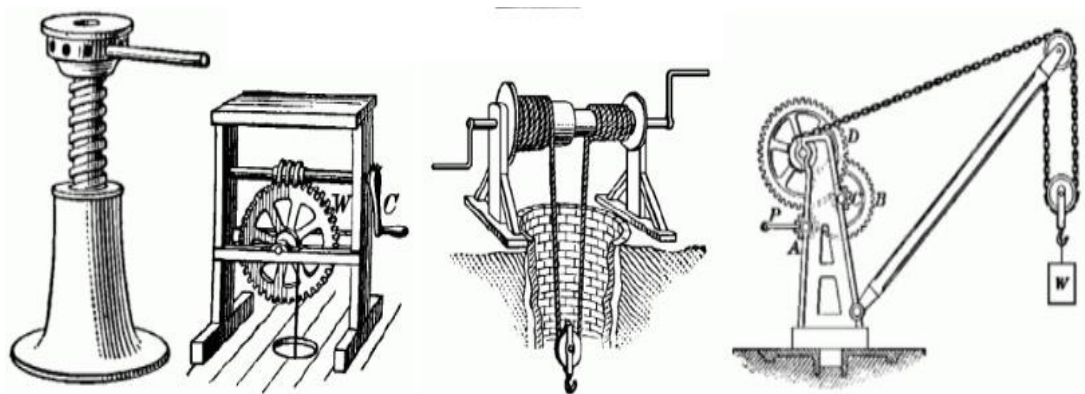
Слика 1.1 Градња Кеопсове пирамиде у Египту [1]

Дизалице су група најшире примењених средстава у руковању материјалима и историјски су присутна веома дуго. Области примене су разне, од лука, транспортних центара, радионица, сервиса итд. У индустрији су нашле веома велику примену и користе се у различитим конструктивним облицима, зависно пре свега од процеса који опслужују и карактеристика / обележја у тим процесима.

Капацитет дизаличних система зависи од правилног одабира терета, рационалног коришћења и добре организације рада. Да би избор дизалица био најпогоднији, потребно је познавати техничко-технолошке карактеристике различитих врста и типова дизалица. Такође, поред претходно напоменутих ствари потребно је имати у виду и познавање својста робе којом се манипулише овим уређајем, просторне могућности и економске параметре као што су :

- набавна цена,
- трошкови експлоатације и
- трошкове одржавања.

Различити типови дизалица који су се користили кроз историју у разним операцијама утовара и истовара (подизање и спуштање терета), претовара разних типова терета приказани су на слици 1.2.



Слика 1.2 Уређаји за дизање терета [1]

## 2. Механизми за дизање терета

Дизалице су направе или машине за дизање, премештање и повлачење терета, а могу имати механички, хидраулични и електрични погон. Дизалице које имају механички или хидраулични погон (ручне дизалице) налазе примену у ситуацијама које захтевају подизање терета мањих тежина у релативном малом висинском опсегу. Претходно напоменуте врсте дизалица представљају једноставне механизме за дизање терета као што су разне подне дизалице, колотурници, витла и витлене дизалице, подизни столови и радне платформе. Такве дизалице у правилу остварују само праволинијско подизање и помицање терета, најчешће у смеру горе-доле, али као и витла служе за повлачење терета [9].

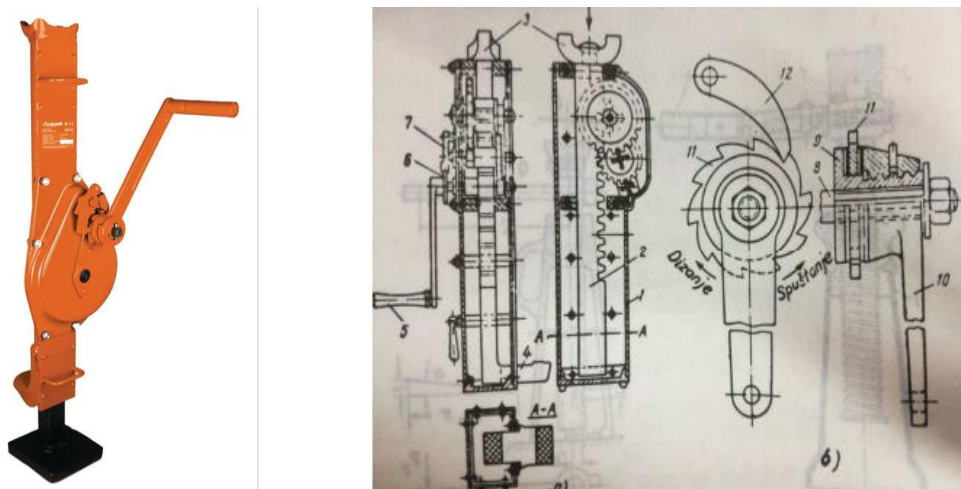
Ручне дизалице деле се:

- на дизалицеса завојним вretenом,
- дизалице са зупчастом полугом,
- хидрауличне дизалице,
- ручна потезна дизалица,
- ручна полужна ланчана дизалица,
- ручна ланчана дизалица—чекрк и
- и добоши на ручни погон.

Основне карактеристике ручних дизалица:

- За дизање терета мале висине до 500 mm,
- Мала сопствена тежина,
- Једноставно руковање,
- Примена код монтажних и ремонтних радова,
- Ручни погон,
- Пренос силе је механички и хидраулички и
- Лако преносиве.



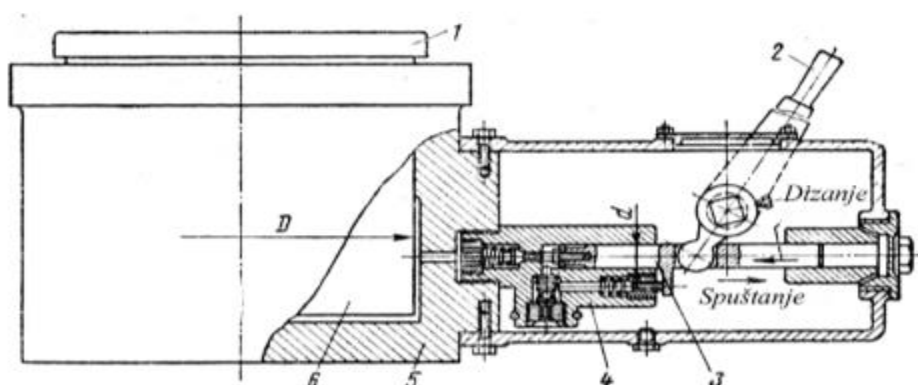


Слика 2.2 Дизалица са зупчастом полугом [9]

## 2.3 Хидрауличне дизалице

Углавном се примењују код монтажних и ремонтних радова. Погон је ручни а пренос силе може се обавити механички или хидраулички. Овакве дизалице обезбеђују равномерно подизање и спуштање терета, као и веома тачно заустављање терета у потребном положају. Носивост хидрауличних дизалица достиже 200 t, или чак и више. Њихов недостатак се огледа у ограниченој висини дизања терета и малој брзини дизања. Хидрауличне дизалице су малих димензија и мале тежине, имају велики степен искоришћења  $\eta = 0,75 - 0,8$ .

Хидраулична дизалица са ручним погоном се састоји из цилиндричног носача (6) који је у горњем делу у облику носеће плоче (1). Цилиндрични носач улази у цилиндрични део кућишта (5) у чијем се нижем делу налази клипна пумпа (4) којом се преко система отвора и вентила допрема радни флуид (слика 2.3).

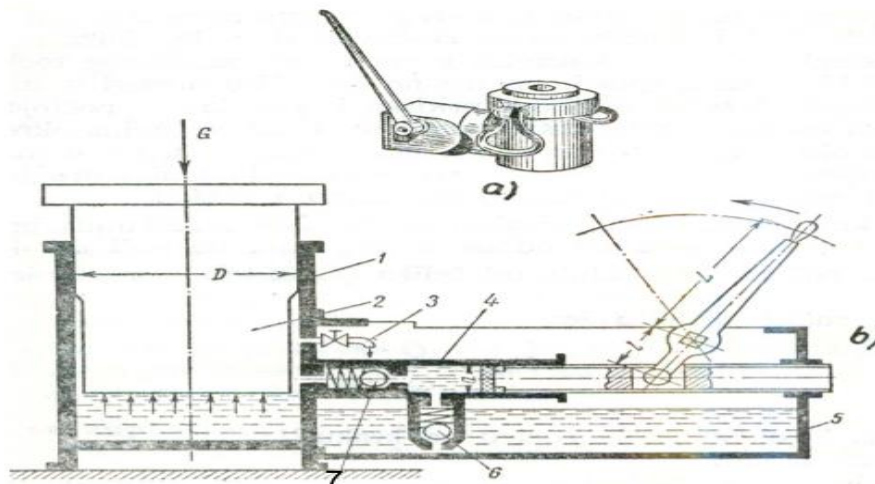


Слика 2.3 Пресек хидрауличне дизалице [8]

Клип пумпе се активира ручицом (2), чијим се покретањем премешта клип пумпе (3) и течност преко потисног вентила доспева у простор између носећег цилиндра и дна кућишта. За спуштање носећег цилиндра потребно је ручицу (2) померити иза граничног радног положаја. При томе се отвара повратни вентил и течност се под

дејством тежине терета претаче из дела дизалице, према споредном резервоару. Променом положаја одступања ручице мења се и степен отворености на отвору повратног вентила, на такав начин се регулише и брзина спуштања терета. Брзина подизања терета одређује се количином радне течности која се допрема испод цилиндричног носача (6) у јединици времена. Пошто је брзина дизања терета ручним погоном веома мала, за веће висине дизања и за велике носивости примењују хидрауличне дизалице које се механички погоне применом моторног погона.

При убацивању течности у цилиндар помоћу ручице, клип се издиже са теретом. Помоћу славине (3) течност се из цилиндра испушта у резервоар и терет се спушта. Течност се из резервоара усисава преко вентила (6) и убацује у цилиндар преко вентила (7). Радни флуид је уље, или смеша воде и глицерина.



Слика 2.4 Пресек хидрауличне дизалице [8]

Главни делови :

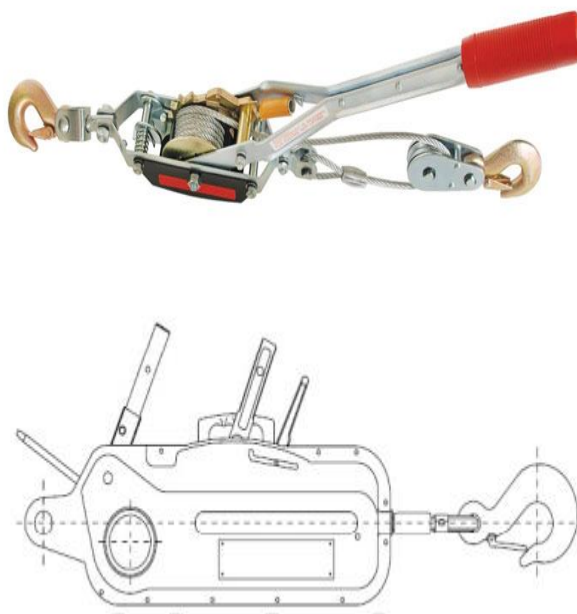
- 1 – цилиндар,
- 2 – клип,
- 3 – славина за спуштање(повратни вентил),
- 4 – пумпа,
- 5 – резервоар за течност,
- 6 – вентил(усисва течност из резервоара) и
- 7 – потисни вентил.



*Слика 2.5 Хидрауличне дизалице [9]*

## **2.4 Ручна потезна дизалица са челичним ужетом**

Ова дизалица омогућава дизање, спуштање и повлачење терета у разним смеровима. Због свог конструктивног решења, које је у виду лаке конструкције, могућности дизалица ове врсте се проширују на знатно широк спектар употребе. Првенствено у условима где је отежан приступ и где хидрауличне дизалице не могу обавити функцију подизања терета. Њено позиционирање се врши тако да осе тела дизалице и ужета морају бити у истој линији. На слици 2.6 приказан је изглед ручне потезне дизалице са челичним ужетом.



*Слика 2.6 Ручна потезна дизалица [9]*

## 2.5 Ручна полужна ланчана дизалица

Свестрана и изузетно корисна дизалица, примењује се за дизање и спуштање као и позиционирање различитих конструкцијских елемената и терета. Током рада, мора бити постављена тако да оса куке и оса оптерећеног ланца леже на једној линији као у претходно поменутом случају код дизалице са челичним ужетом. Примена ових дизалица је посебно погодна у малим просторима без обзира на смер затезања. Један од разних типова који се користи за ову намену, приказан је на слици 2.7.

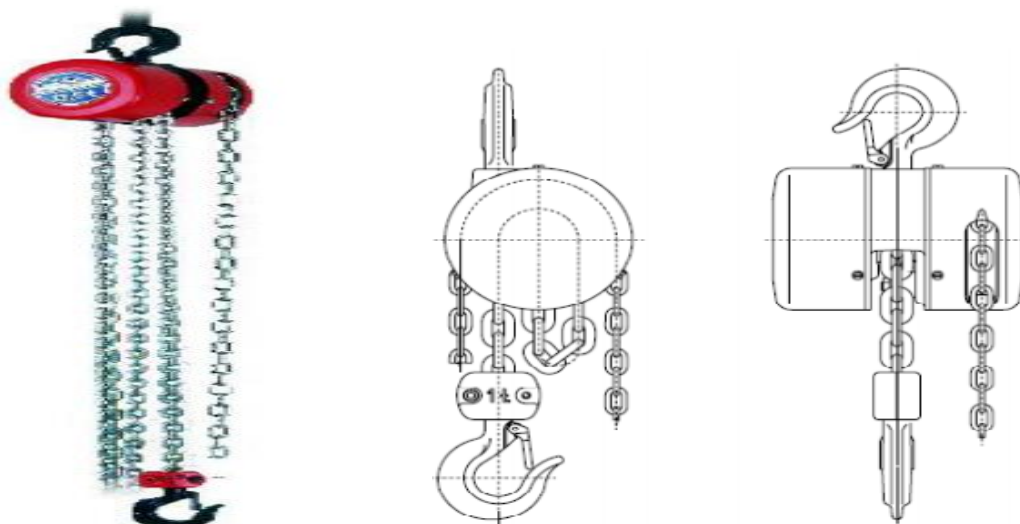


Слика 2.7 Ручна полужна дизалица [9]

## 2.6 Ручна ланчана дизалица– чекрк

Преносиво ручно средство за дизање, терета се једноставно диже помоћу потезања ланца. Ова дизалица посебно је погодна за подизање терета и тешких делова при периодичним одржавањима и ремонтима. Сви делови ове дизалице израђују се од висококвалитетних материјала и опремљени су са симетрично постављеним двостепеним покретачким механизмом.

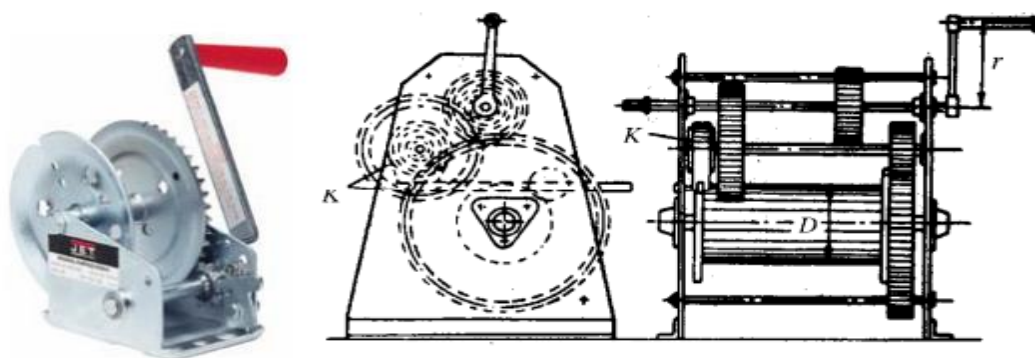
Постоје две врсте ових дизалица: са пужним преносом, који имају мањи степен искоришћења силе на вучном ланцу, и са зупчастим преносом. Ручна дизалица са пужним преносом користи се за терете до 5 тона. Горња кука ове дизалице окачи се о носиву конструкцију, механизам за дизање, има двоходни пуж, пужно коло које је на истом радном вратилу као и ланчаник, и ланац за дизање. Окретање пужа се остварује окретањем вучног ланца преко ланчаника. Терет путем доње куке и одговарајуће силе у ланцу за дизање ради момента на пужном колу који је у равнотежи с моментом на вратилу пужа којег изазива ручна сила на вучном ланцу. На слици 2.8 приказана је ручна ланчана дизалица – чекрк.



Слика 2.8 Ручна ланчана дизалица [9]

## 2.7 Добош на ручни погон

Врло једноставан и лако употребљив тип дизалице, који се примењује за мале терете 1 – 1.5 тоне . Добош је гладак, а уже се намотава у више слојева. За мање добоше примењује се зупчасти преносни механизам за дизање терета, са једном брзином. Код добоша за веће носивости примењују се механизми с променљивим зупчастим преносима који омогућују 2 брзине: већу брзину за мање терете, а мању брзину за веће терете. Високу ефикасност механизма ( $\eta=0.9$ ) омогућују посебни зупчаници, где је потребно уградити кочницу (скакавица). Лако се монтира на конзоле, мале је тежине и омогућује глатки рад. На слици 2.9 приказан је добош на ручни погон.



Слика 2.9 Добош на ручни погон [9]

### 3. Основне етапе током процеса конструисања

#### 3.1 Технички задатак

На самом почетку процеса конструисања постоји само технички задатак. Полазећи од техничког задатка треба стваралачким радом доћи до потпуне конструкције тежећи да она буде оптимална с обзиром на постављене техничке и економске захтеве.

Технички задатак треба да садржи основне почетне податке и захтеве који се пред будућу конструкцију постављају а такође и све захтеве у погледу формирања конструкцијске документације.

#### 3.2 Конципирање конструкције

На основу техничког задатка приступа се конципирању конструкције. Конципирање се састоји у разради варијанти могућих идејних решења конструкције и на основу анализе тих варијанти одабира оптималне конструкције. У току процеса конципирања конструкције врши се избор основне шеме функционисања конструкцијског решења, основних параметара конструкције и раде се основне идејне скице. Конципирање у принципу треба вршити у више варијанти а затим у спроведеној анализи оценити која ће од тих варијанти дати најбоље решење. Избор варијанти концепције изводи се првенствено са циљем да се задовоље све функције будућег система а затим у што већој мери и остали технички и економски захтеви.

Као што се види са слике 3.1, главне активности конструктора у току конципирања конструкција везана су за истраживање информација, стварања нових идеја, скицирање концепцијских решења и анализу и синтезу тј. вредновање и оптимизацију варијанти концепције.



Слика 3.1 Блок дијаграм процеса конструисања

### 3.3 Разрада конструкције

После усвајања концепције конструкције приступа се њеној разради која се заснива на креативним захтевима и доста рутинског рада. Процес разраде конструкције има за циљ да уобличи коначно решење конструкције полазећи од њене целине па до појединих детаља.

Да би овај задатак разраде био успешно решен потребно је да се обаве одређене анализе и синтезе тј. прорачуни техничког и економског карактера, да се изврши компоновање делова и склопова конструкције тј. да се оформе склопни цртежи целог машинског система, појединих склопова и подсклопова и да се димензионо, и обрадно дефинишу сви машински делови кроз одговарајућу конструкциону документацију. Поред овога за правилно формирање конструкције потребно је извршити одређена конкретна испитивања и провере које ће дати одговоре на она питања која су остала нерешена или недовољно решена методама анализе и синтезе.

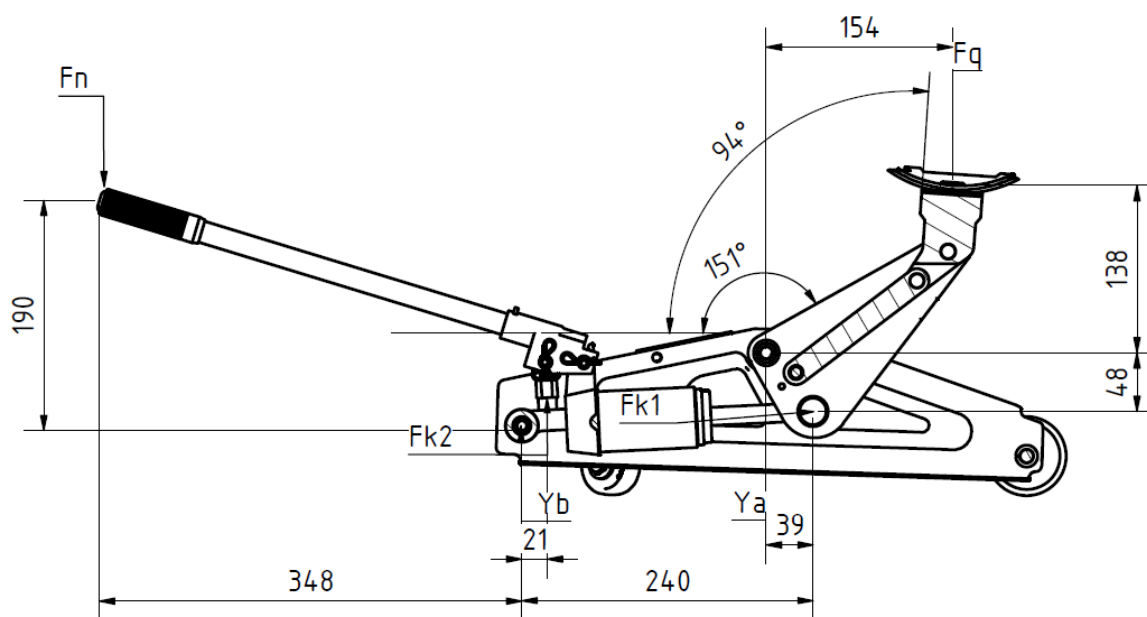
Разрада конструкције обухвата правилан избор облика, димензија и материјала појединих машинских делова и повезивање појединих делова у машинске склопове и склопова у машински систем водећи рачуна о толеранцијама и налегањима делова као и о квалитету појединих површина машинских делова. Треба тежити максималној примени стандардизације тј. унификације и типизације како појединих детаља машинских делова тако и самих делова и склопова конструкције.

## 4. Статички прорачун дизалице

Пре самог прорачуна потребно је увести задато оптерећење и оно у нашем случају износи 500kg. Након тога израђена је шема дизалице са уцртаним силама на основу којих је рађен прорачун. Силе које се јављају код овог прорачуна непознате су:

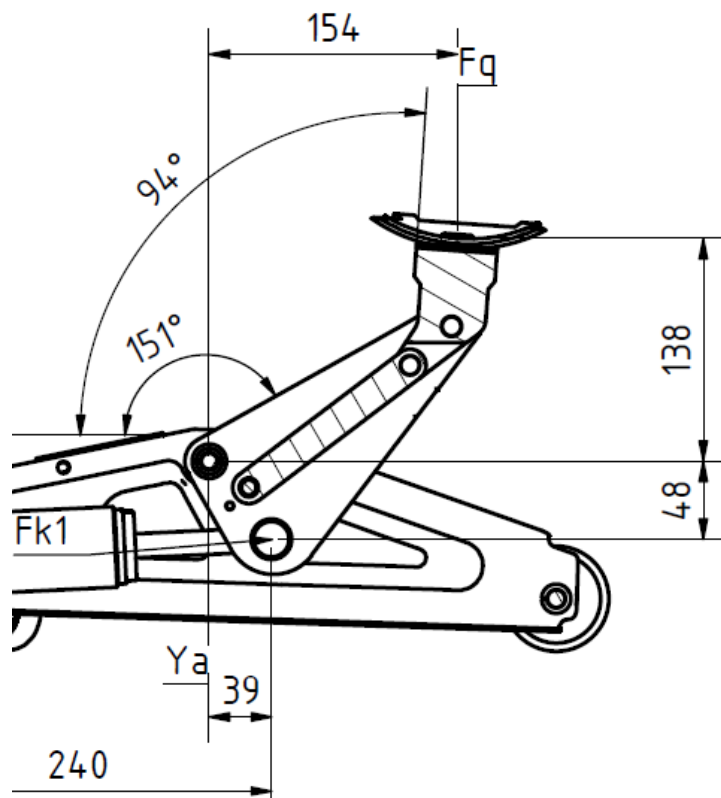
- Сила у клипу 1,
- Сила у клипу 2,
- Сила у ослонцу А,
- Сила у ослонцу В,
- Сила на полути.

На слици 4.1. приказана је шема дизалице са уцртаним оптерећењима.



Слика 4.1 Оптерећења дизалице

Након тога за прорачун је посматран први део дизалице, слика 4.2.



Слика 4.2 Предњи део дизалице

$$F_q = 5kN$$

$$\sum F_{xi} = 0$$

$$F_{k1} \cos \alpha - F_q \sin 4 = 0$$

$$F_{k1} = 0,34kN$$

$$\sum F_{yi} = 0$$

$$-F_q \cos 4 + Y_a + F_{k1} \sin \alpha = 0$$

$$Y_a + 0,34 \cdot F_k \cdot \operatorname{tg} \alpha = 4,98kN$$

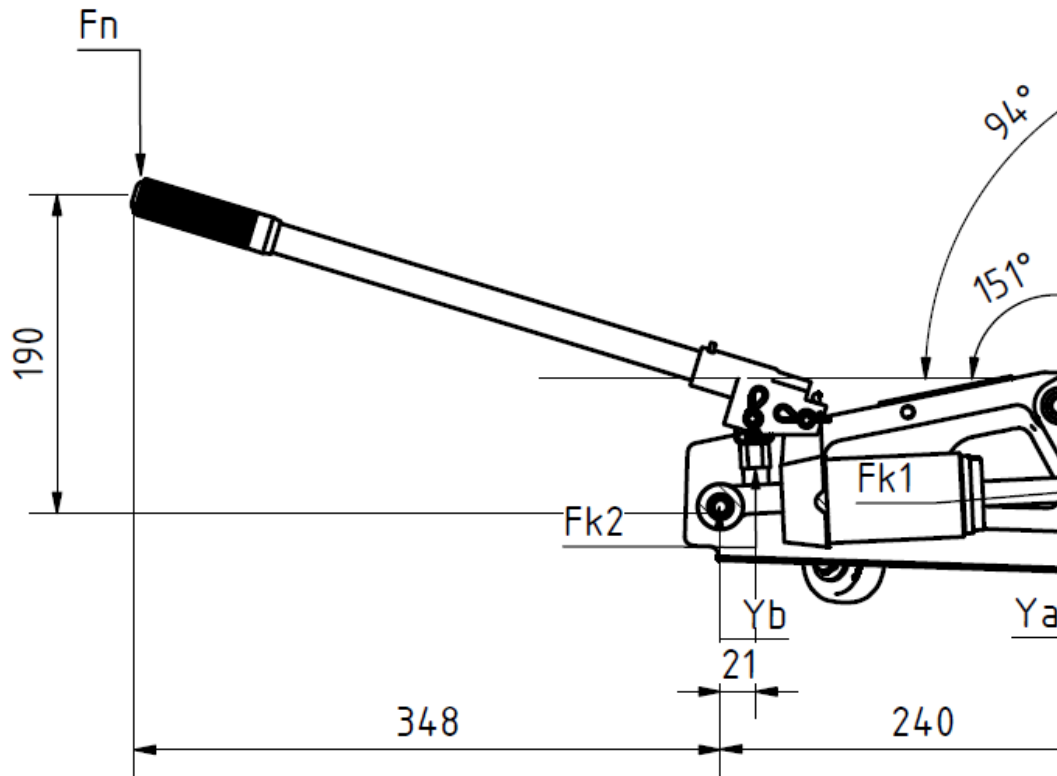
Моменти у тачки K

$$0,039 \cdot Y_a + 0,154 \cdot F_q \sin 4 = 0$$

$$Y_a = 10,6kN$$

$$F_{k1} = 10,6 \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

Након прорачуна предњег дела, извршен је прорачун задњег дела дизалице (слика 4.3.).



*Слика 4.3 Задњи део дизалице*

На основу силе израчунате у клипу (1), рачунамо притисак у клипу (1), као и притисак у клипу (2). Иако су силе на клиповима истог интензитета, долази до повећања притиска на клипу (2), јер је сам пречник цилиндра на том клипу знатно мањи.

На основу притиска у клипу (2), и шеме клипова и полуге (клацкалице), помоћу сличности троуглова, рачунамо притисак на крају полуге. Димензије су познате на основу 3D модела. На основу тога, обрнутим поступком од рачунања притиска, рачунамо силу на крају клипа. Ове вредности важе за угао од 30°.

$$P_{k1} = \frac{F_{k1}}{A_1} = \frac{933.7 \text{ MPa}}{0.025^2 \cdot \pi} = 475.52 \text{ MPa}$$

$$P_{k2} = \frac{F_{k2}}{A_2} = \frac{933.7 \text{ MPa}}{0.0085^2 \cdot \pi} = 3673.27 \text{ MPa}$$

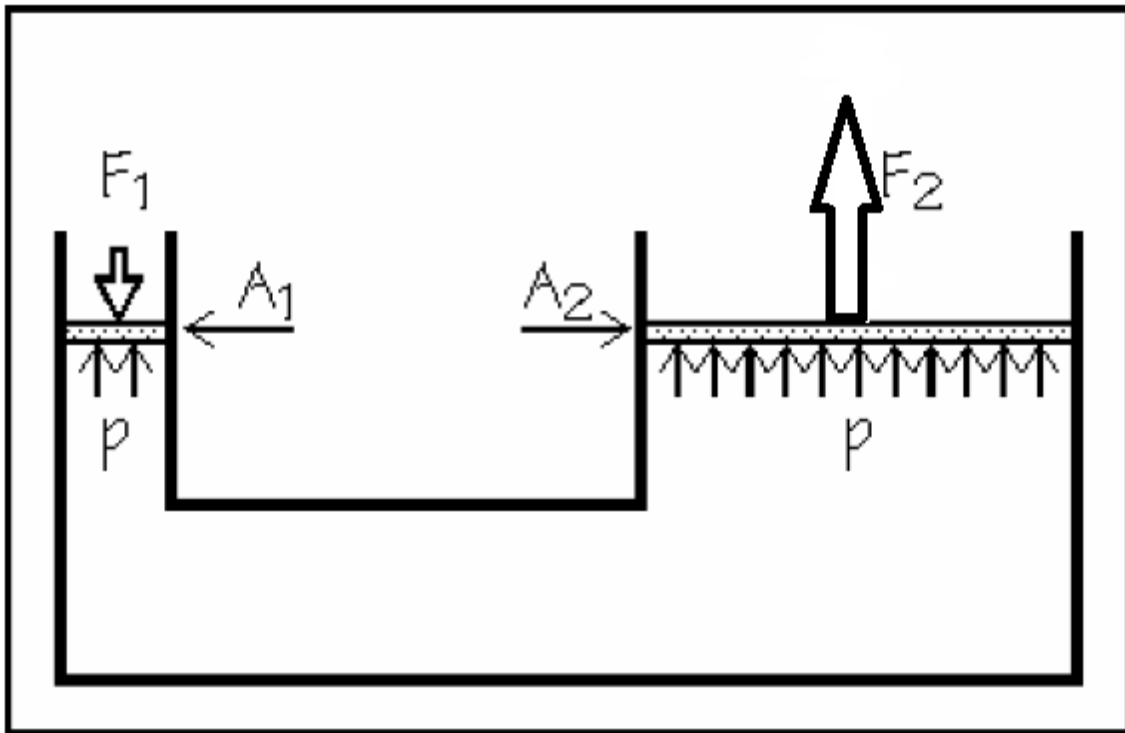
$$F_r = P_r \cdot A$$

$$P_{k2} = P_r = 0.021 : 0.348$$

$$P_r = \frac{P_{k2} \cdot 0.348}{0.021} = 60.886 \text{ MPa}$$

$$F_r = 60,886 \cdot 10^3 \cdot 0,018^2 \cdot \pi$$

$$F_r = 61,974 \text{ N} = 0.061974 \text{ kN}$$



**Слика 4.4** Паскалов закон

Промена притиска у некој тачки флуида изазива исту промену притиска у свим тачкама флуида. Паскалов закон представља дефинисано понашање кретања течности и притисака унутар хидрауличних машина. Као што је приказано на слици 4.4 притисак унутар затвореног цилиндра ће бити свуда исти и мала сила са леве стране која путем цеви делује на велику површину са десне стране, може подићи велику тежину.

$$\sum F_{xi} = 0$$

$$-F_{k1} \cos \alpha + F_{k2} \cos \alpha = 0$$

$$10,6 \cdot \operatorname{ctg} \alpha + F_{k2} \cos \alpha = 0$$

$$F_{k2} = 10,6 \operatorname{ctg} \alpha$$

$$\sum F_{yi} = 0$$

$$Y_b + F_{k2} \sin \alpha - F_{k1} \cos \alpha - F_n = 0$$

$$Y_b + 10,6 \cdot \operatorname{ctg} \alpha - 10,6 \cdot \cos \alpha - F_n = 0$$

Моменти за тачку  $Y_b$

$$0,027 \cdot F_{k2} \sin \alpha + 0,24 \cdot F_{k1} \sin \alpha - 0,328 \cdot F_n = 0$$

$$F_n = \frac{0,2562 \cdot \cos \alpha + 2,544 \cdot \sin \alpha}{0,328}$$

Након овога усвојен је произвољни угао од 0,30,45 и 90 °. Ови резултати приказани су у Табели 1.

**Табела 1.** Табеларни приказ резултата

| $\alpha$ | 0°          | 30°         | 45°         | 90°         |
|----------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Fr       | 0.020658 kN | 0.061974 kN | 0.247896 kN | 0.154935 kN |

Из ове табеле долази се до закључка да је на ручици сила највећа под углом од 45°, док је најмања под углом од 0°. Због сопствене тежине саме дизалице под углом од 0° долази до напрезања полуге, тако да се и тада јавља занемарљиво оптерећење у самој полути.

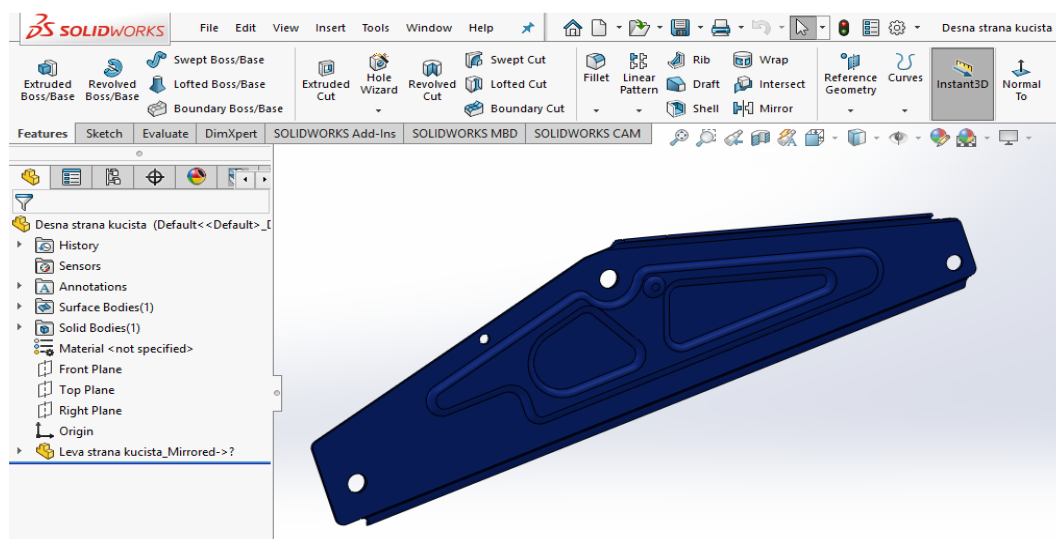
## 5. Процес формирања 3D модела склопа уређаја за дизање

Израда 3D модела врши се у неком од CAD софтвера као што су: *SolidWorks*, *Catia*, *Inventor*, итд.

За разлику од других софтвера за моделирање, *SolidWorks* је знатно једноставнији за примену. Такође, може се окарактерисати као један од најпримењенијих и најповољнијих за рад у области машинства.

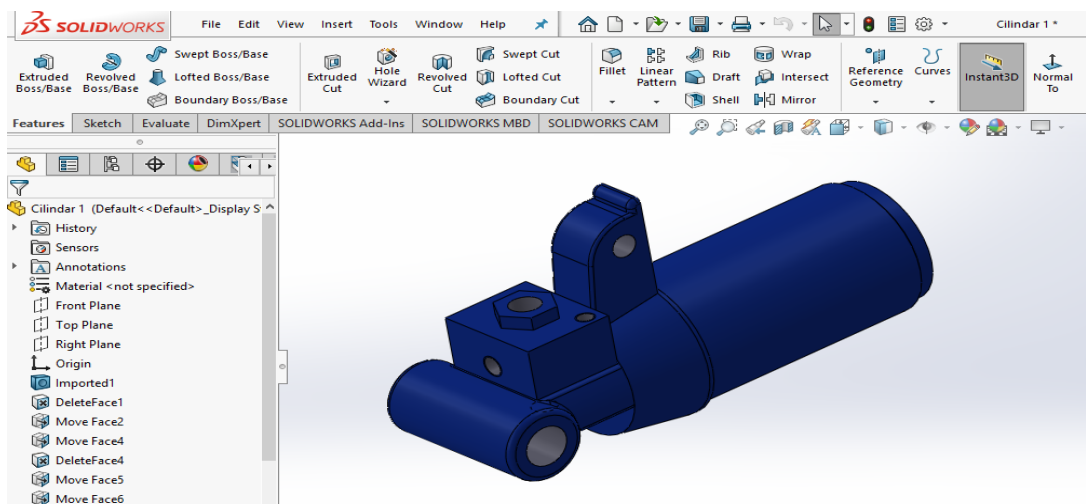
*SolidWorks* је софтверски програм за моделирање који је базиран на CAD (рачунаром подржано пројектовање) и CAE (рачунаром подржани инжењеринг) системима [3].

У процесу моделирања уређаја за дизање првенствено је извршена израда кућишта на које се постављају основни делови који чине тај уређај. Само кућиште има улогу да издржи одговарајућа спољашња оптерећења елемената које носи. Процес израде кућишта састоји се од почетног припремка у виду табле лима, која се касније опсеца и процесом који се изводи на хидрауличној преси додаје садашња гравура. Гравура која се добија служи за додатно уравнотежење напона унутар материјала и даје додатну стабилност и чврстину кућишта.



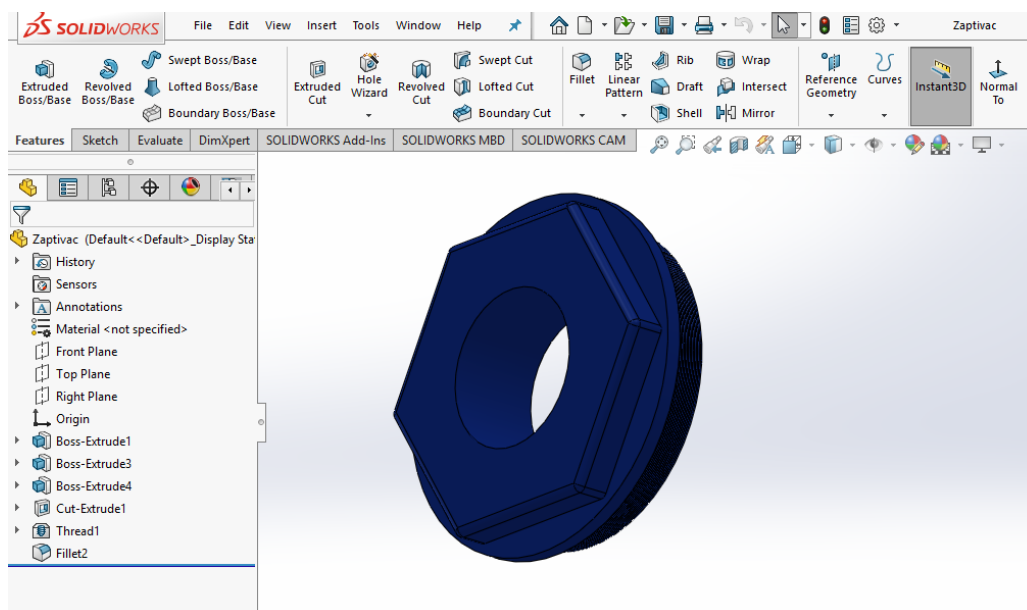
Слика 5.1 Израђен CAD модел кућишта

Хидраулични цилиндар је извршна компонента у хидраулици. То је хидраулични потрошач, који енергију хидрауличног флуида претвара у користан рад. Његова улазна величина је хидраулични флуид под притиском, који делује на површину клипа хидрауличног цилиндра. Тиме изазива праволинијско кретање клипа и последично кретање клипњаче. Тако се енергија хидрауличног флуида претвара у управљиву силу која делује по правој линији. Хидраулични флуид обично представља минерално уље, али се у хидрауличним системима користе и синтетичка уља и емулзије, а све више и вода (водена хидраулика).



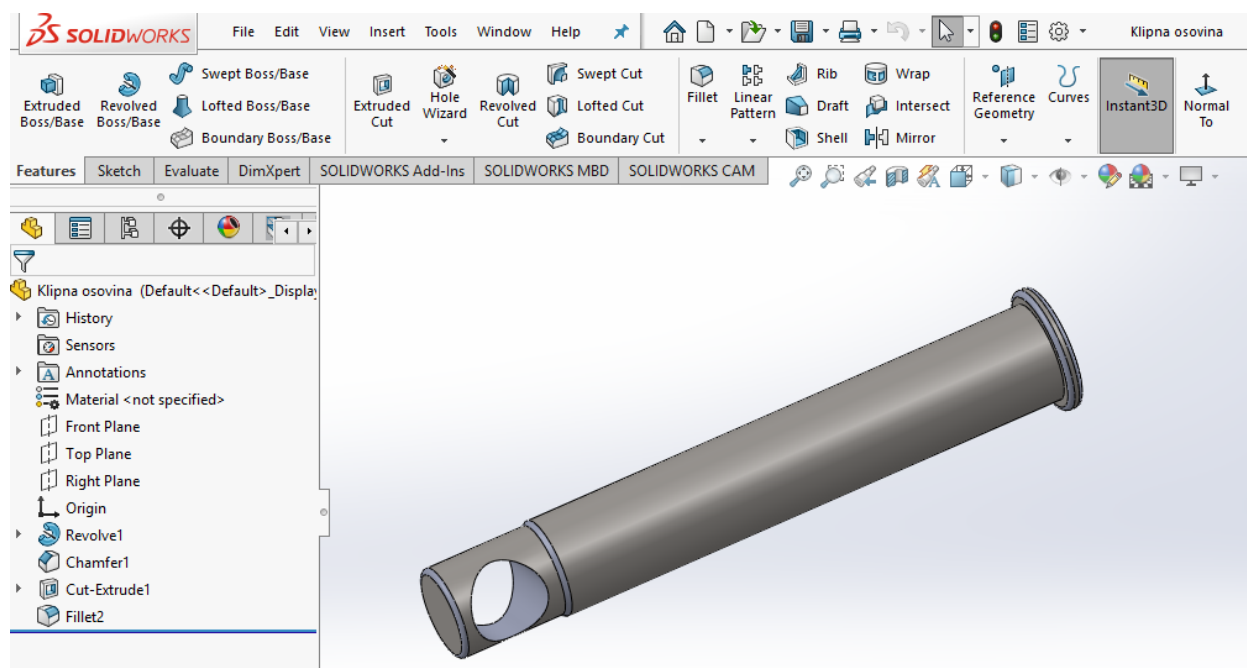
*Слика 5.2 Израђен CAD модел цилиндра*

Заптивач цилиндра у овом случају служи као елемент који спречава изливање радног флуида из система, усред великих притисака који настају током кретања клипњаче. Заптивач се налази на врху кућишта цилиндра ради лакше монтаже и демонтаже целог цилиндра, и изведено је његово једноставно конструктивно решење. Овакво решење омогућава вађење клипњаче из кућишта цилиндра.



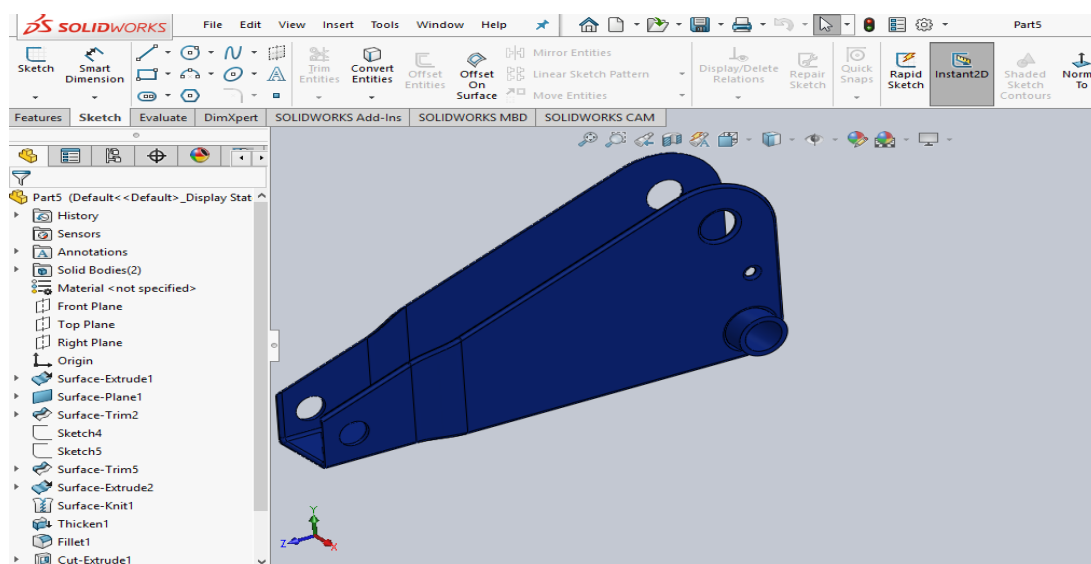
*Слика 5.3 Израђен CAD модел заптивача цилиндра*

Хидраулична клипњача је спојна компонента која подржава рад клипа. Већина их се користи у цилиндрима и цилиндрима при кретању делова, а представљају покретни део са честим покретима и високим техничким захтевима.

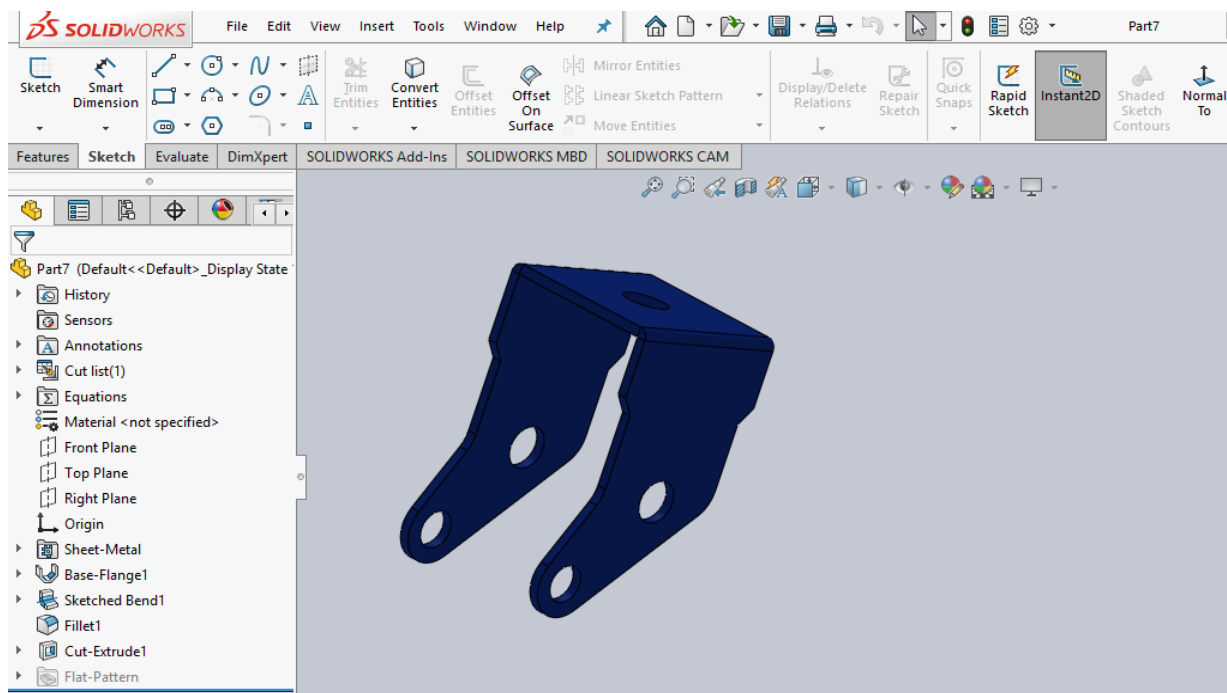


*Слика 5.4 Израђен CAD модел клипњаче*

Сама улога носача је да омогући стабилност и ваљаност конструкције како не би дошло до деформација. У овом случају носач има улогу да контролише стабилност приликом подизања и спуштања терета. Носач у првом случају има једну од значајнијих улога читавог склопа зато што се целокупни терет елемента који подижемо ослања на његове стране, баш из тог разлога мора бити поуздан елемент. Као и код првог случаја великог носача, мањи носач има исте особине и мора одговорити на исте захтеве.

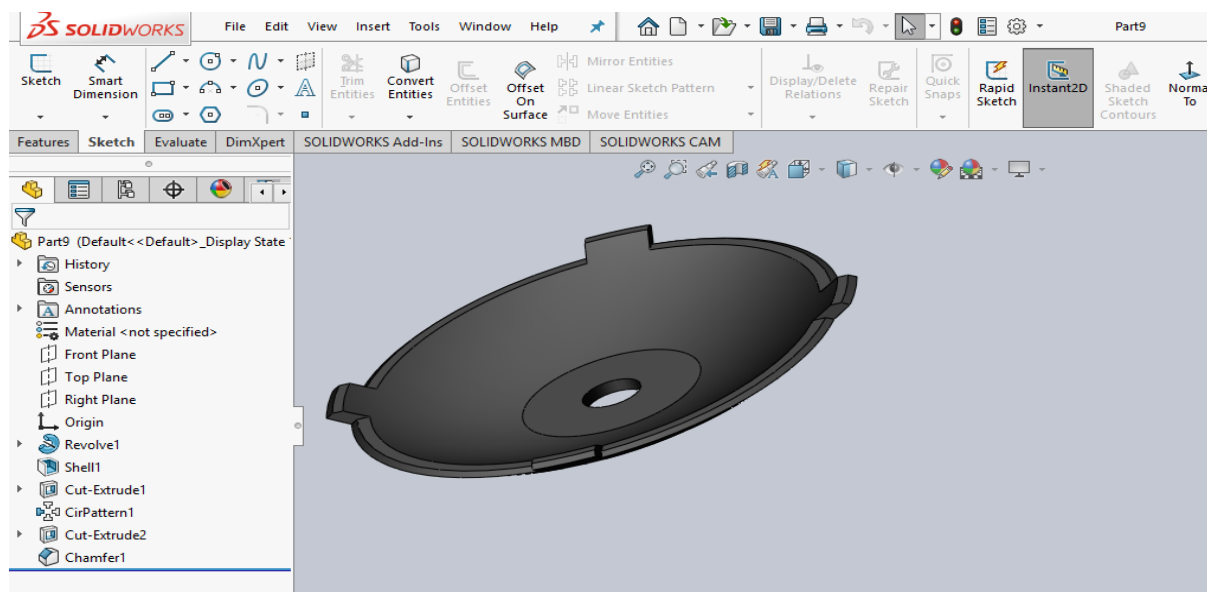


*Слика 5.5 Израђен CAD модел носача*



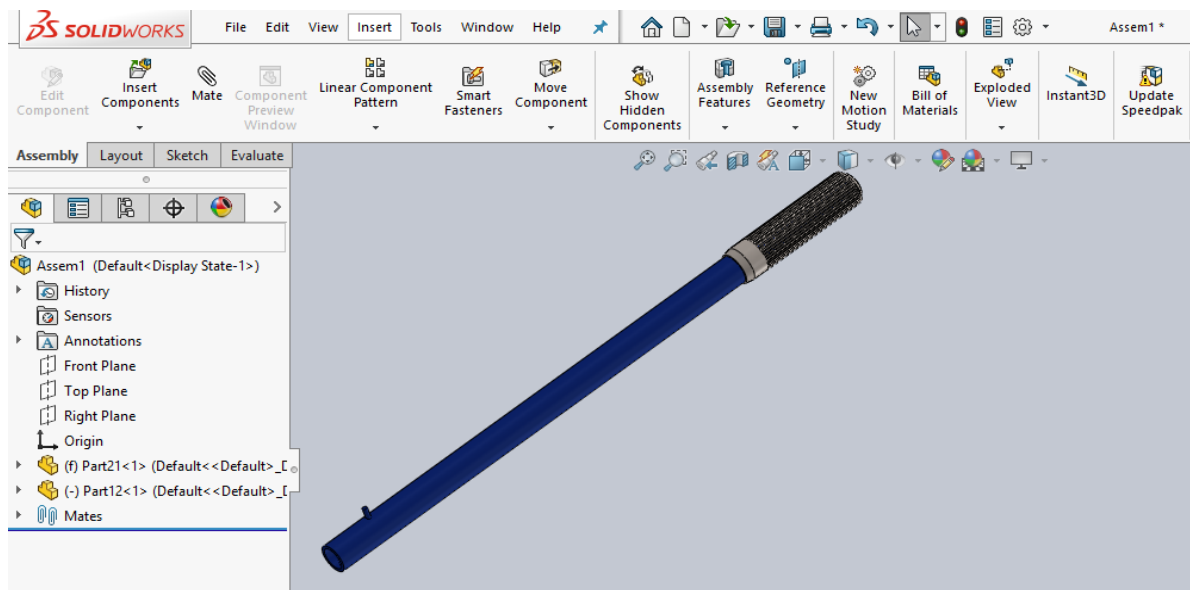
Слика 5.6 Израђен CAD модел носача

Капа дизалице има задатак да омогући добар хват самог објекта који се подиже, како би се избегла опасност од проклизавања.



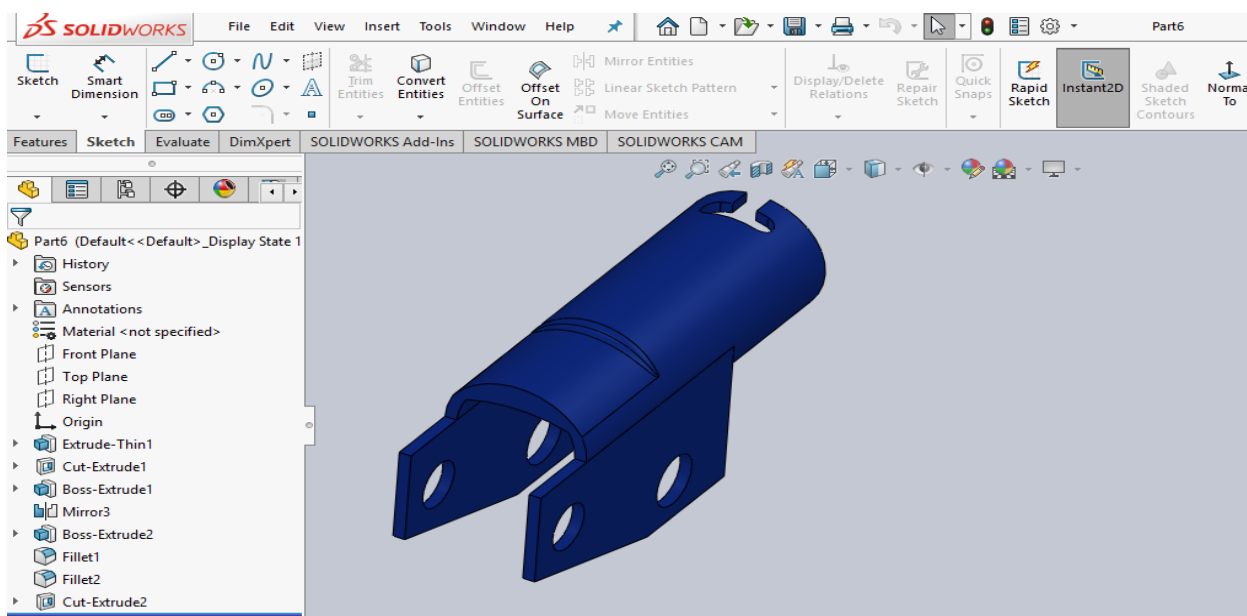
Слика 5.7 Израђен CAD модел капе

Полуга за дизање треба да обезбеди померање механизма за подизање и врши манипулацију у жељеном смеру. На самом врху полуге налази се рукохват који пружа удобност при подизању.



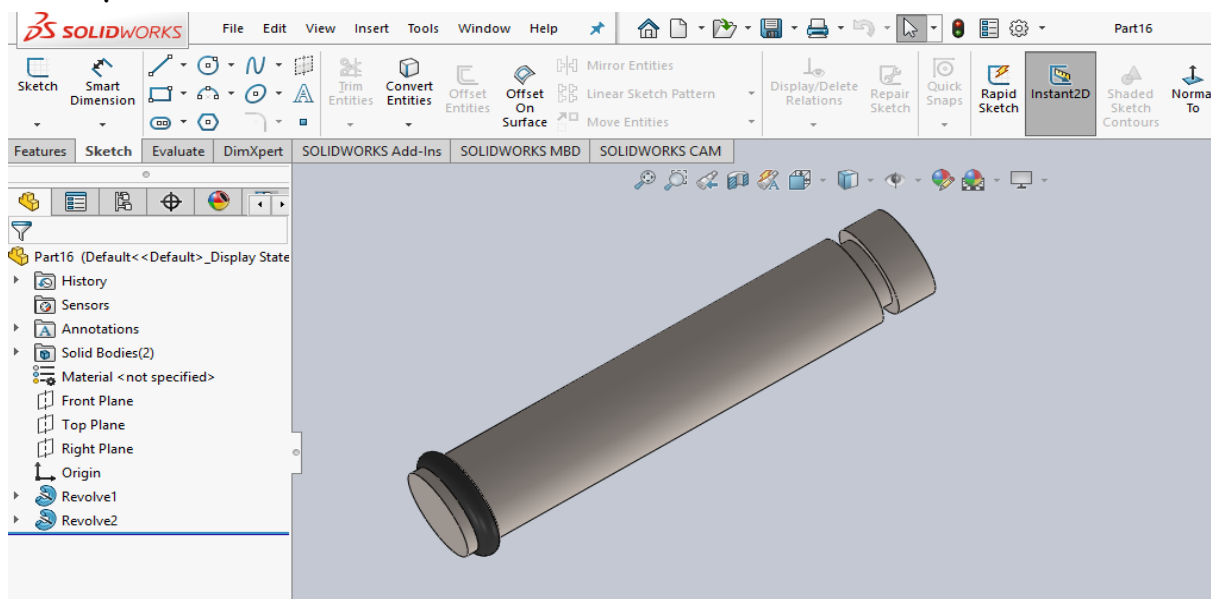
Слика 5.8 Израђен CAD модел полуге за дизање

Држач полуге и уједно регулатор за притискање клипа има улогу да обезбеди чврсто стежање полуге али под условом да се полуга може демонтирати у жељеном тренутку.



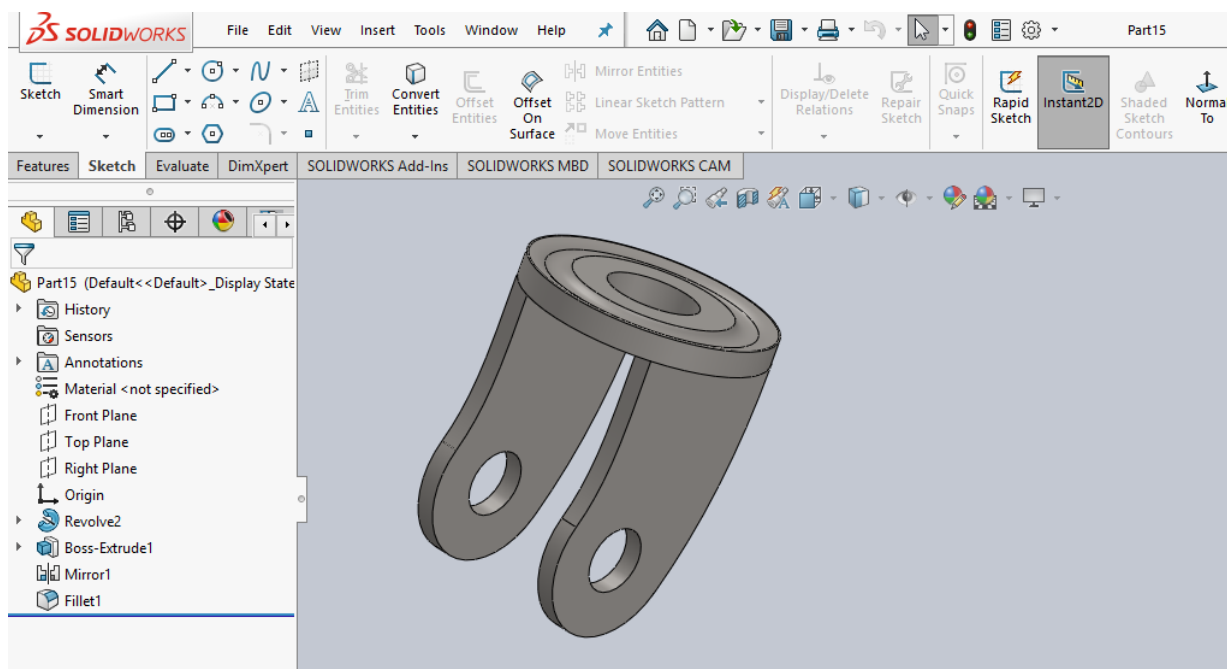
Слика 5.9 Израђен CAD модел држача полуге

Клип са заптивком има улогу да врши регулацију притиска у самом цилиндру. Самим притиском на ручицу долази до померања клипа који потискује флуид и врши праволинијско померање клипњаче.



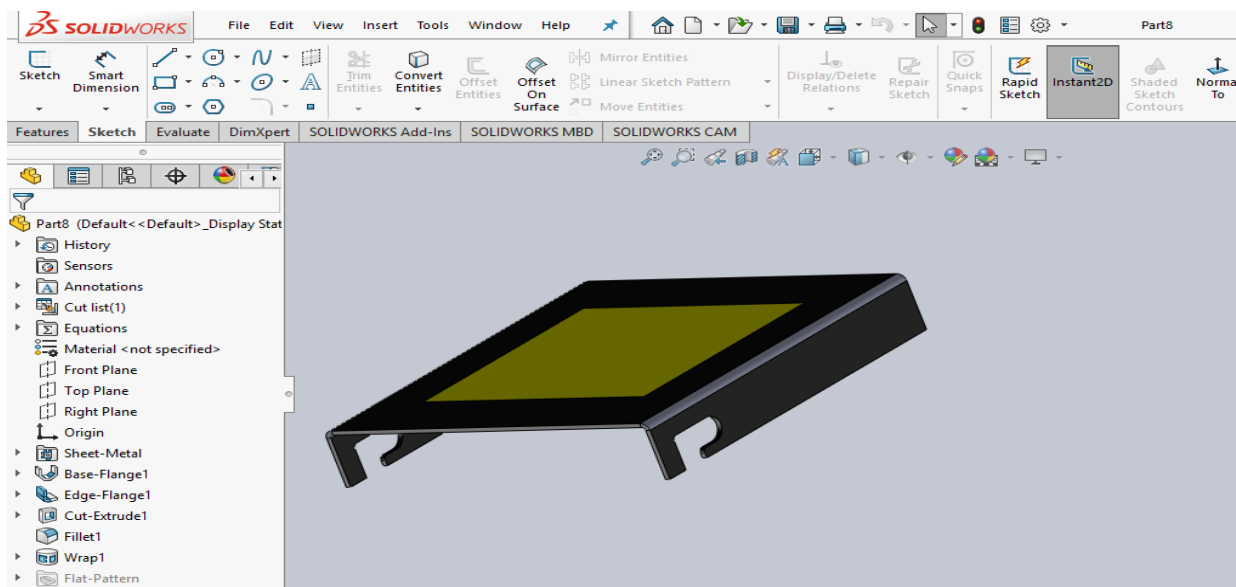
Слика 5.10 Израђен CAD модела клипа са заптивком

Држач точкова има функцију да обезбеди добро налагање одговарајућих стандардних точкова, како би се сам уређај могао кретати. Носи елементе као што је аксијални лежај.



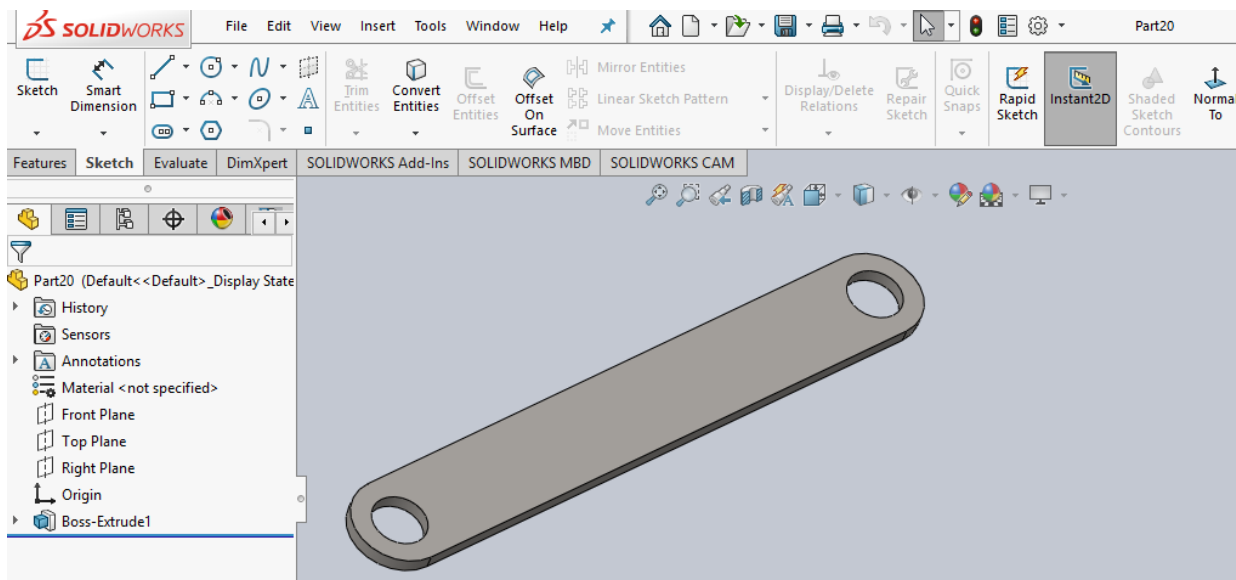
Слика 5.11 Израђен CAD модел држача точка

Поклопац треба да обезбеди заштиту цилиндра од удара и да послужи као таблица за опис самог уређаја у зависности од носивости, висине дизања терета, максималне дужине ручице и др. Поклопац додатно обезбеђује стабилност конструкције пре свега због своје позиције која повезује два дела кућишта.



Слика 5.12 Израђен CAD модел поклопца

Плочица представља део који обезбеђује придржавање носача ради боље функционалности и стабилности и тиме доприноси још већи степен сигурности конструкције.

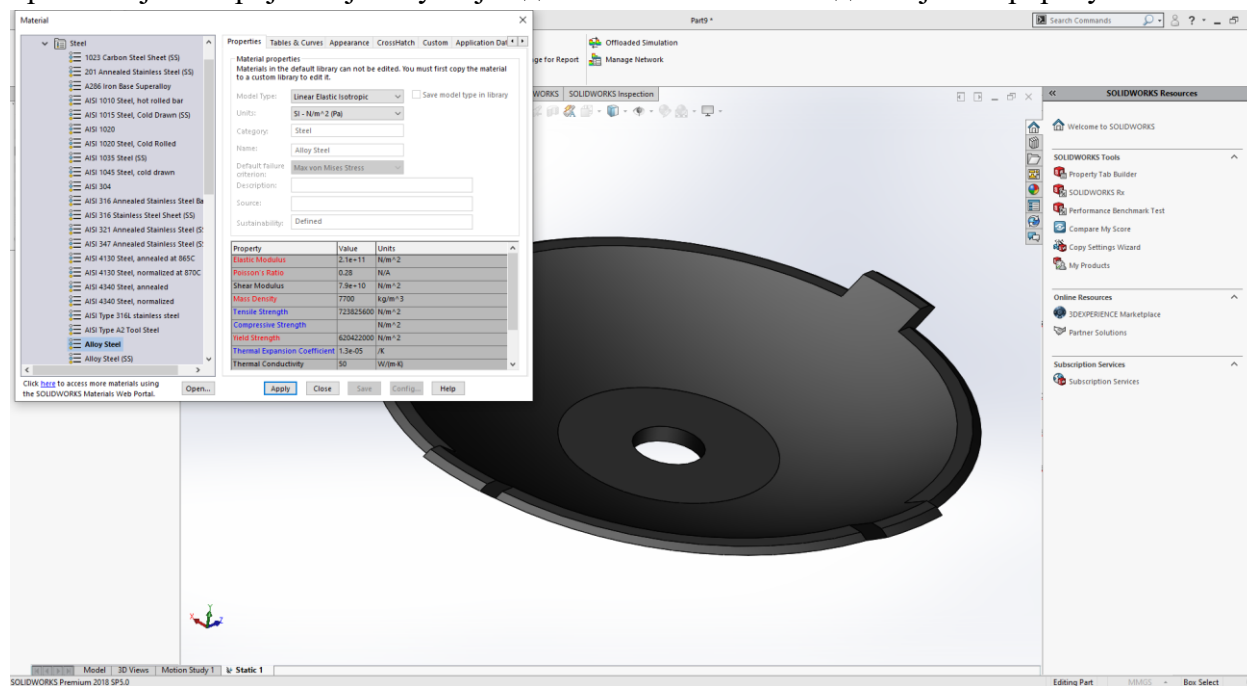


Слика 5.13 Израђен CAD модел плочице

## 6. Нумеричка симулација делова дизалице

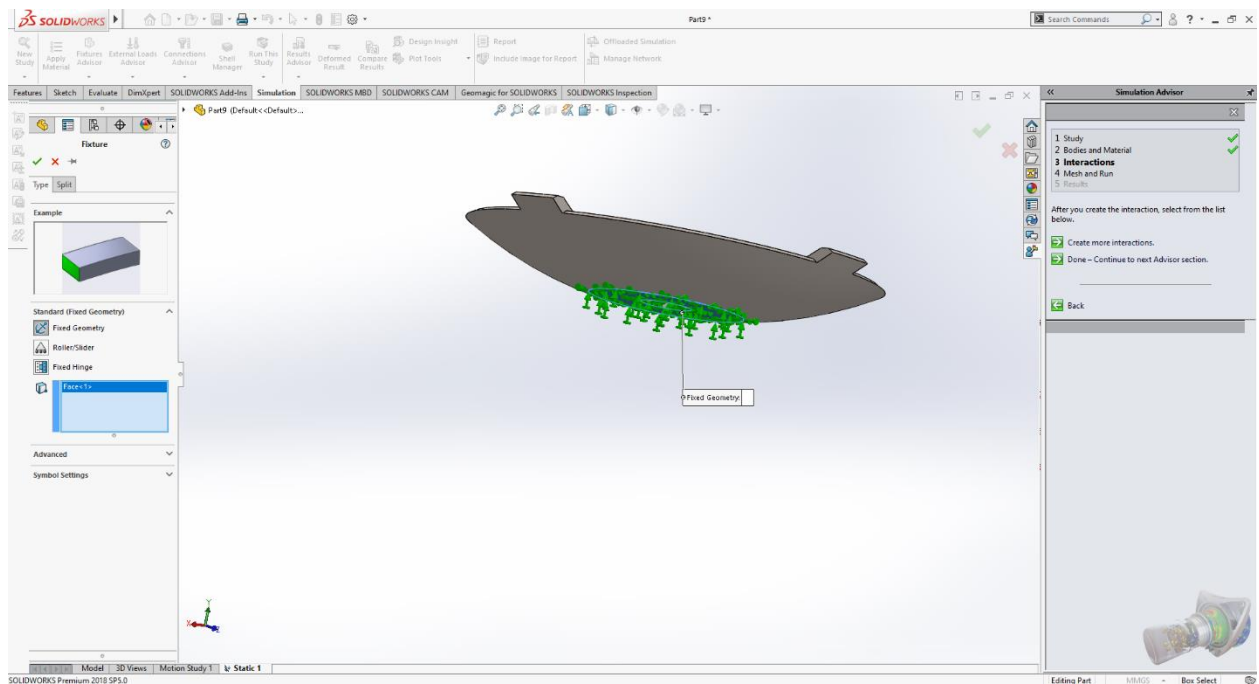
### 6.1 Симулација оптерећења носача терета

Као најоптерећенији део дизалице посматра се део на који се ослања предмет. Прорачун се ради у оквиру пакета за симулације програма SolidWorks. На слици 6.1. приказан је материјал који се усваја односно челик као ко и део који се прорачунава.



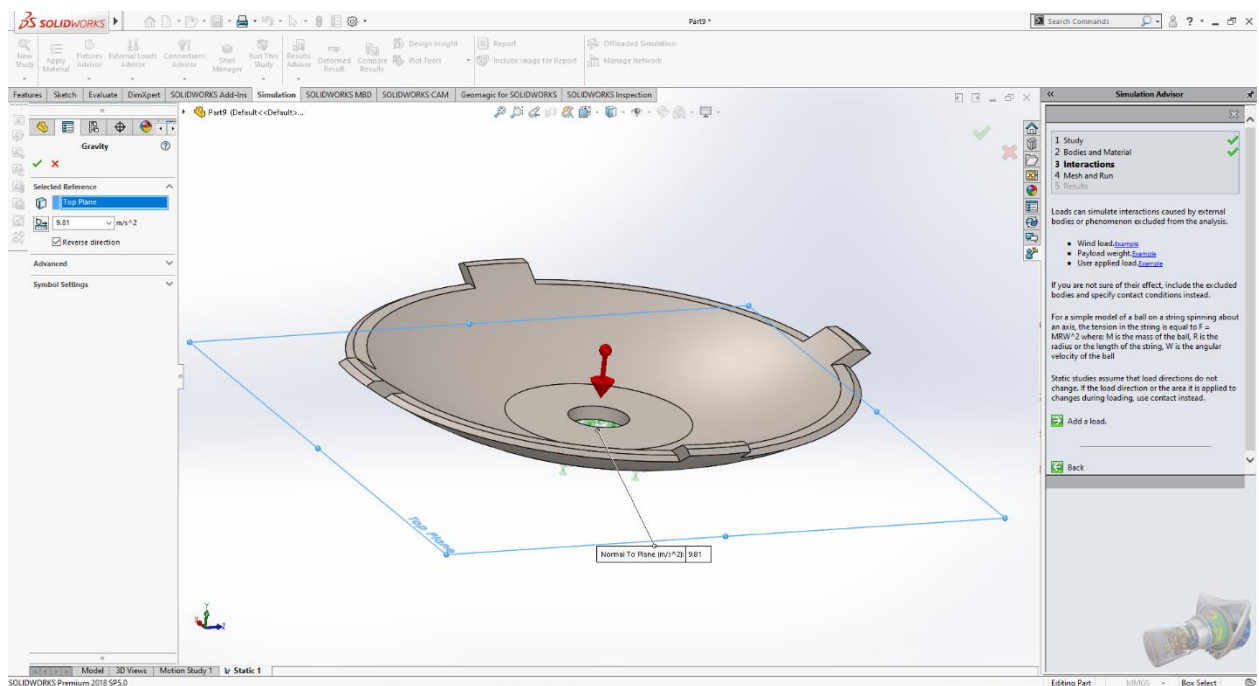
Слика 6.1 Прорачунавани део са унетим материјалом

На слици се могу видети карактеристике материјала, где је затезна чврстоћа  $7.9 \times 10^8$  N/mm<sup>2</sup>. У следећем кораку постављено је место где је део причвршћен односно дно дела (слика 6.2.)



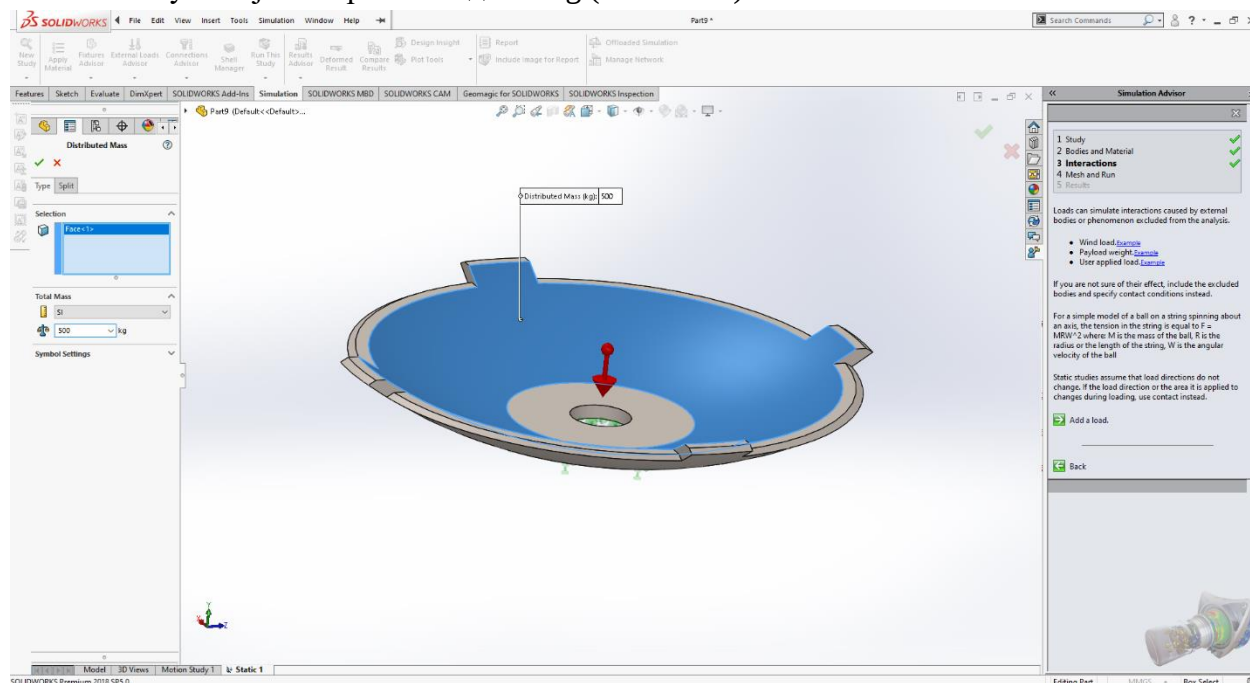
Слика 6.2 Тачка причвршћивања дела

Након постављања ограничења постављено је и оптерећење у виду масе терета. Оптерећење износи 500 kg, али пре тога унето је оптерећење настало масом дела.



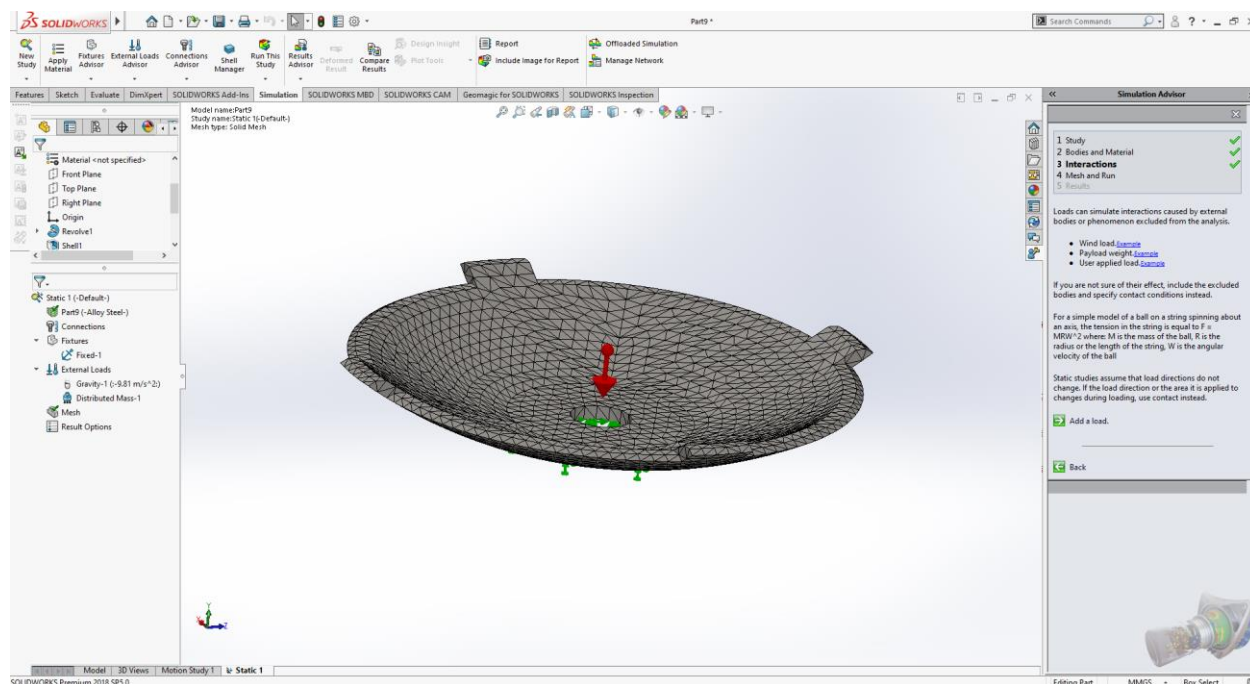
Слика 6.3 Постављање оптерећења масе дела

Након тога унето је оптерећење од 500 kg (слика 6.4.).



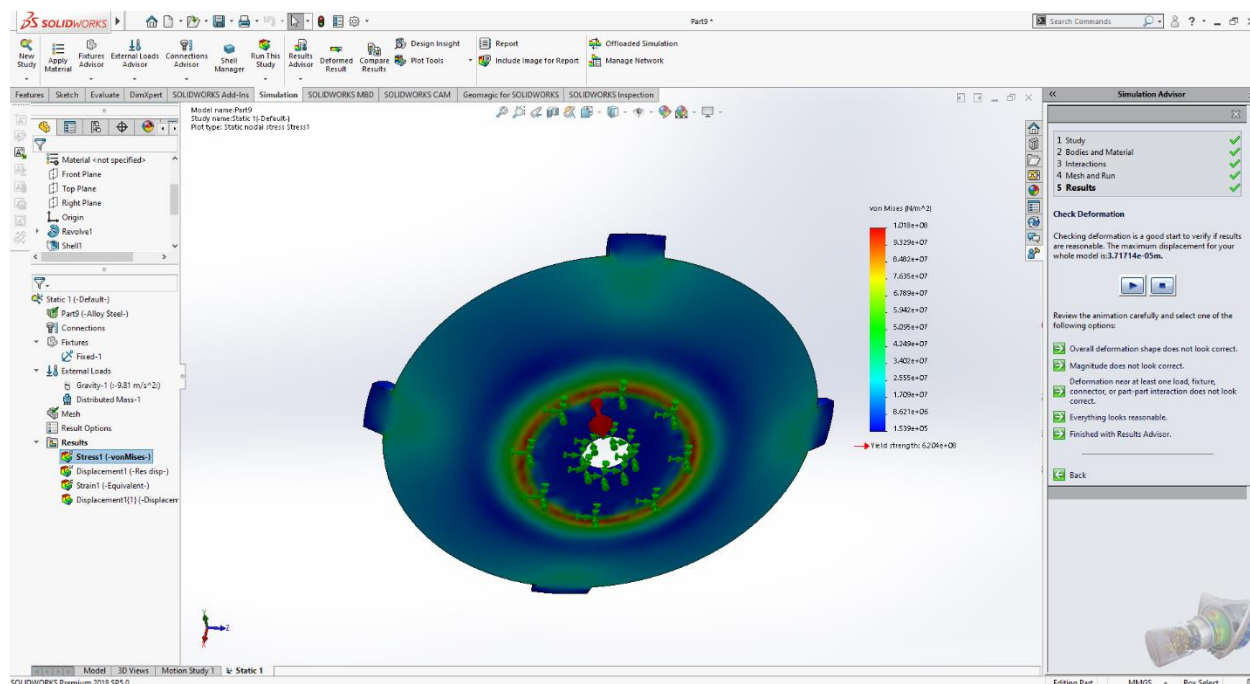
Слика 6.4 Оптерећење од 500kg

Следећи корак је креирање мреже коначних елемената ради пуштања прорачуна.



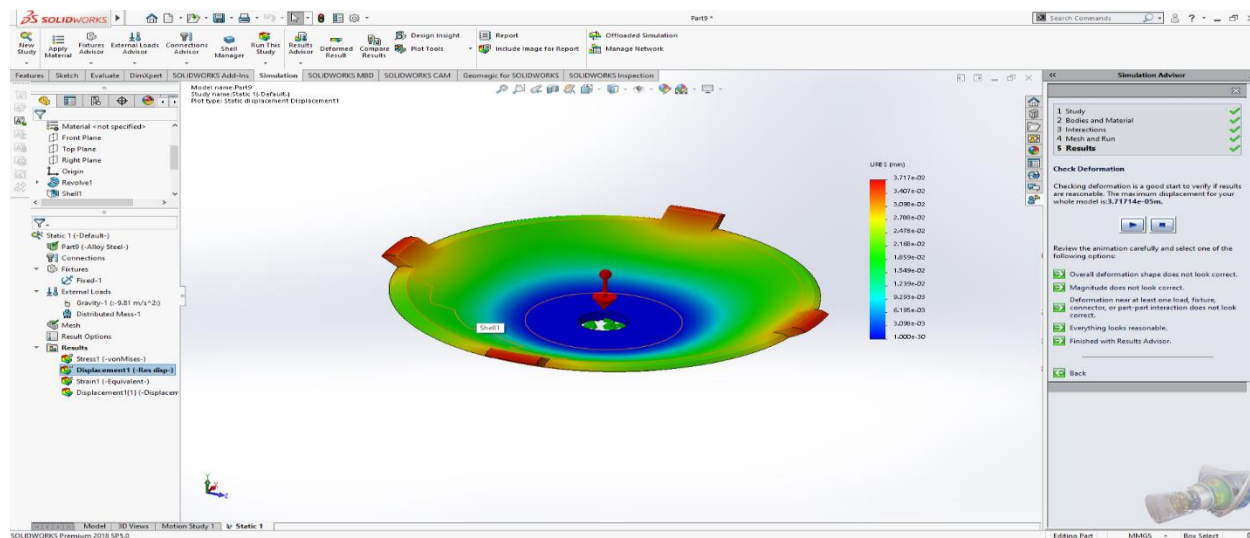
Слика 6.5 Мрежа коначних елемената

Након креирања мреже прорачун је покренут и добијени су резултати. Први резултат који је битан су Вон Мизесови напони који требају бити мањи од затезне чврстоће. На овај начин се добија поузданост конструкције односно провера се да ли ће доћи до лома дела. Добијено оптерећење износи  $1,018e^8 \text{ N/mm}^2$  и оно је мање од затезне чврстоће. Из тога следи да елемент може да истрпи задато оптерећење.



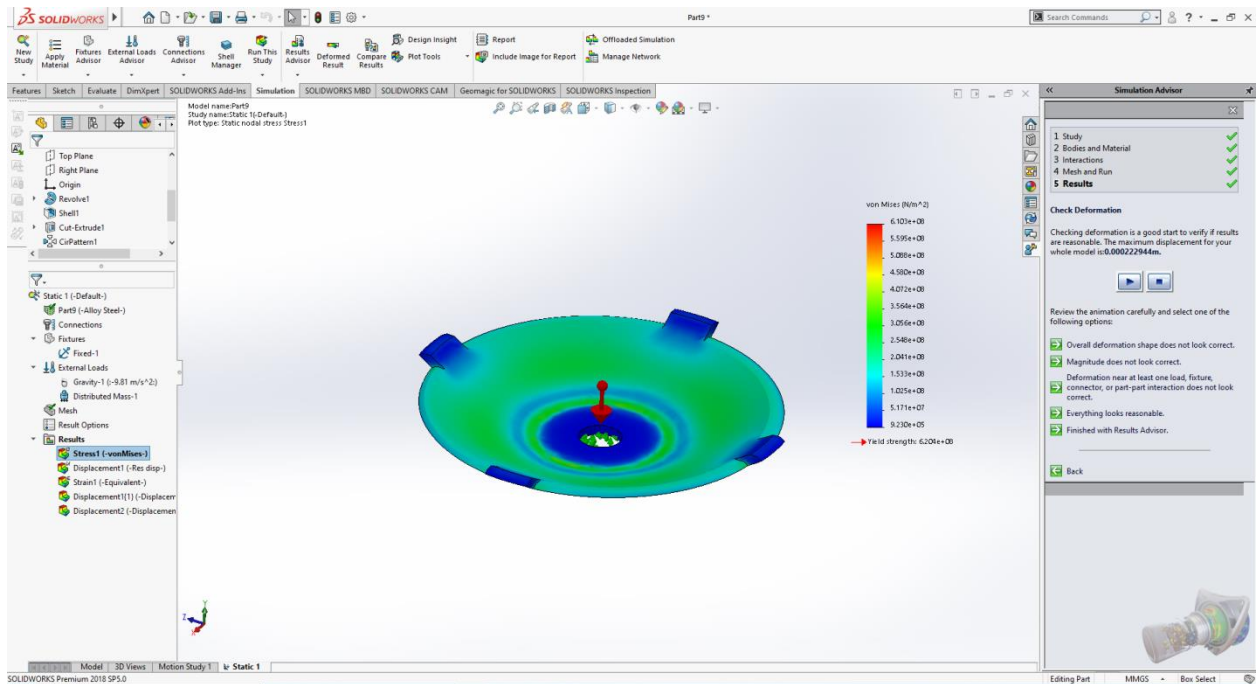
Слика 6.6 Вон Мизесови напони

Након провере напонског стања проверене су и деформације које износе 0,0317mm (слика 6.7.)



Слика 6.7 Деформације дела

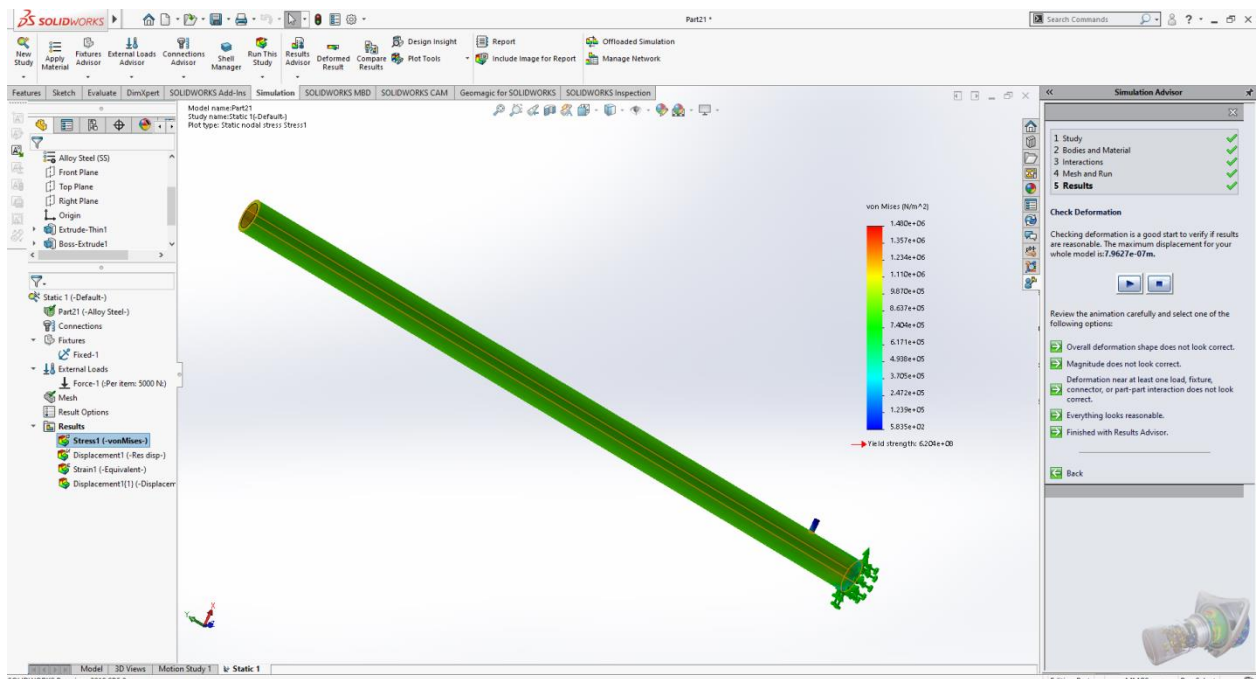
На крају проачун на основу претпоставке усвојено је 6 пута веће оптерећење и прорачун је поново покренут. Добијени резултат у напонима приакзан је на слици 6.8.



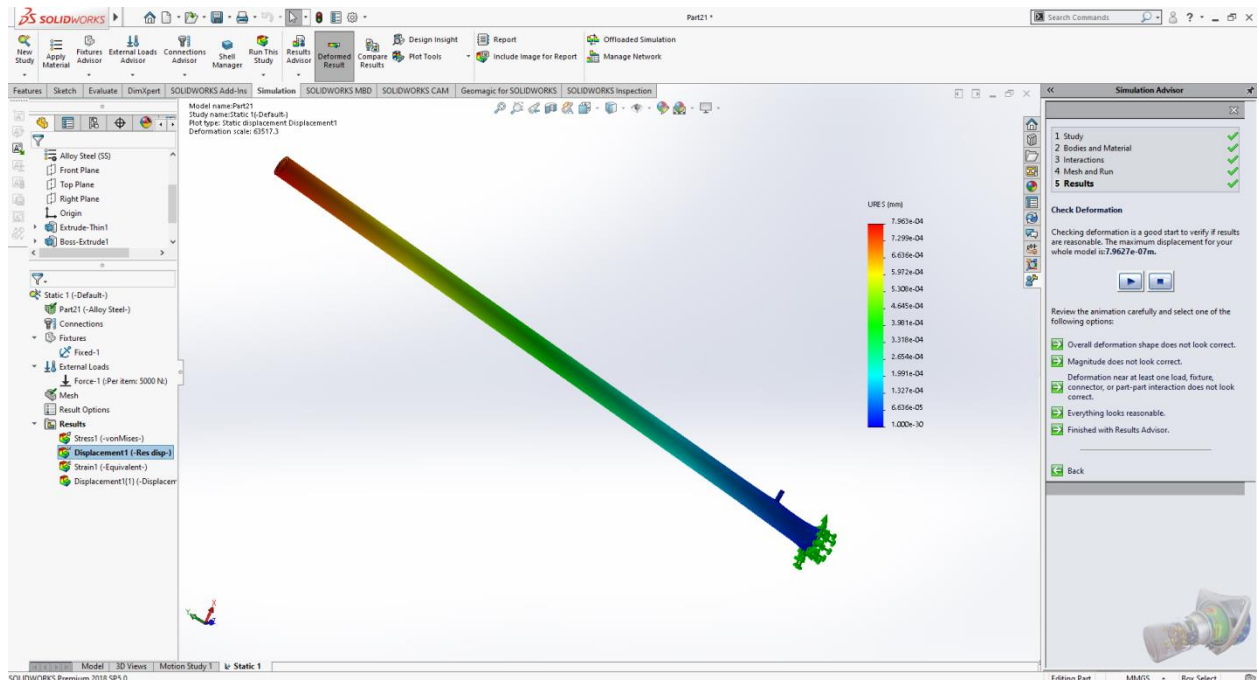
Слика 6.8 Вон Мизесови напони са 6 пута већим оптерећењем.

## 6.2 Симулација оптерећења полуге

На основу прорачуна у четвртој глави извршен је прорачун полуге. Резултати прорачуна полуге виде се на сликама 6.9 и 6.10. На слици 6.9 приказани су Вон Мизесови напони, док је на слици 6.10. приказана деформација полуге.



Слика 6.9 Вон Мизесови напони полуге



Слика 6.10 Деформације полуге

Вон Мизесови напони су у границама дозвољених напона, а деформације које се јављају износе 0,07mm.

## 7. Закључак

У овом дипломском раду објашњена је конструкција уређаја за вертикално подизање терета. Задатак је да уз коришћење модерне технологије за конструкцију машинских елемената објаснимо и графички прикажемо процедуру његове израде, притом поштујући правила и прописе који постоје у конструисању машинских делова. Процес израде уређаја за вертикално подизање орјентисан је ка добијању што економичнијег уређаја, притом водећи рачуна о његовој безбедности приликом обављања своје функције. Како би задовољили услов сигурности коришћена су конструктивна решења у виду заварених спојева (на неким елементима подсклопова) и решења у виду раздвојивих веза, као и коришћење закованих спојева.

Коришћена су решења лаке монтаже и демонтаже делова из разлога због лакше замене у случају отказа неких елемената. Урађен је статички прорачун силе на ручици и приказан је положај у којем ће она бити под највећим оптерећењем и положај када ће то оптерећење бити најмање. Такође је урађена је симулација притисних напона који делују на капу и симулација оптерећења ручице.

## Литература

- [1] <https://vdocuments.site/istorija-transportnih-uredjaja.html>, приступљено 1.09.2019
- [2] <https://grabcad.com/library/manual-crane-rucna-dizalica-1> приступљено 14.09.2019
- [3] <https://robertzivanov.wordpress.com/solidworks/>, приступљено 15.09.2019
- [4] Н. Милорадовић, Р. Вујанац, Дизалични уређаји – Збирка решених задатака, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, 2018.
- [5] М. Гашић, М. Савковић: Транспортни уређаји - основе прекидног транспорта, Факултет за машинство и грађевинарство у Краљеву, 2013.
- [6] С. Тошић: Транспортни уређаји - Механизација транспорта, Машински факултет, Београд, 1999.
- [7] Јовичић С., Марјановић Н., Основи конструисања, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, САД Лабораторија, Крагујевац, 2011.
- [8] <http://www.gf.unsa.ba/portal/tehiorgradjenja/TIOGpred6.pdf>, приступљено 20.09.2019
- [9] <http://moodle.mfkg.rs/course/view.php?id=124>, приступљено 10.09.2019
- [10] Компјутерско моделирање и симулације машинских елемената и конструкција, портал факултета.