

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство
Ниво студија: Основне академске студије
Модул: Машинске конструкције и механизација
Предмет: Техничко цртање са компјутерском графиком
Број индекса: 115/2015

Никола М. Петровић

Израда конструкционе документације роботске руке

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Лозица Ивановић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У овом завршном раду кандидат треба да прикупи, проучи и систематизује основне информације о поступцима и процесима система примене роботске руке. Потребно је да представи примену софтвера у моделирању конкретне роботске руке и уради конструкциону документацију склопа.

Препоручена литература:

- [1] Милојевић З., Рацков М., Кузмановић С., Кнежевић И., Навалушић С., Ивановић Л., Вереш М., Марковић Б., *Израда конструкционе документације*, Факултет техничких наука - Нови Сад, 2015.
- [2] Ивановић Л., Ерић М., *Техничко цртање са компјутерском графиком - практикум*, Факултет инжењерских наука - Крагујевац, 2015.
- [3] Поткоњак В., Роботика, Унивезитет у Београду, 1996.

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

115/2015 Никола Петровић

Садржај

Садржај.....	5
Резиме.....	6
1. Увод.....	7
2. Технички прописи и стандарди.....	8
2.1 Техничко цртање у машинству.....	9
3. Развој роботских система.....	10
3.1 Индустијска роботика.....	11
3.2 Флексибилна аутоматизација.....	13
4. Кинематика робота.....	14
4.1 Кинематички парови.....	14
4.2 Кинематички ланци.....	15
5. Геометрија робота.....	16
6. Динамика робота.....	19
7. Сензори у роботизи.....	20
8. Управљање роботима.....	21
9. Завршни уређаји.....	22
9.1 Хватаљка робота.....	23
10. Примена робота у индустрији.....	24
11. Моделирање склопа роботске руке.....	25
12. Израда техничког цртежа склопа роботске руке.....	34
13. Закључак.....	37
Литература.....	38

Резиме

У овом завршном раду приказани су основни принципи, циљеви, конструкција, производња и примена робота. Дате су основне информације о овој веома широкој и у савременом свету, изузетно значајној области. Описани су, у основним цртама, поступци и процеси роботике и објашњени најважнији, често специфични појмови, који представљају минимум потребан за разумевање циљева, принципа и садржаја роботике. У софтверу за моделирање је урађен склоп роботске руке и конструкциона документација склопа. Информације дате у овом раду могу да послуже као основа за дубље и детаљније изучавање ове области и примену у пракси.

Кључне речи: роботика, робот, конструкција.

Summary

In this thesis the basic principles, purposes, construction, production and application of robots. The most important information is given on this very wide and extremely important area in the modern world. The basics of robotics procedures and processes are described and the most important specific terms are explained, which represent the minimum necessary for understanding the objectives, principles and content of robotics. In the modeling software, robotic arm assembly and construction documentation of the assembly were made. The information given in this thesis can be used as the basic for a deeper and more detailed study of this field and application in practice.

Key words: robotics, robots, construction.

1. Увод

Индустријски манипулациони робот је уређај опремљен механичком руком великих могућности кретања и управљачким системом велике аутономије реализованим на дигиталном рачунару. Овакав робот представља данашњу крајњу тачку развојног низа индустријских аутомата. Развој науке и нових технологија, по мишљењима многих, наговештавају квалитативне промене у области производње и друштву уопште. Брзи развој рачунарских и комуникационих система омогућава изразито повећање протока информација, а висока аутоматизација у индустрији све више ставља човека у положај само надгледања производње. Због значаја и перспективе ових процеса, развијене земље одвајају све већа средства за научноистраживачки рад и развој високих технологија. Наравно, велика улагања значајно убрзавају процесе развоја [1].

Савремени роботи су настали сједињавањем копирајућих манипулатора и нумерички управљаних машина при чему су од манипулатора преузели мање или више човеколику руку, а од нумерички управљаних машина систем управљања помоћу рачунара. На роботе се данас гледа као на уређаје који омогућавају даљу и флексибилнију аутоматизацију. Они замењују човека првенствено на опасним, монотоним и тешким пословима. Човеку остају послови који захтевају више интелигенције, знања и креативности. Тако, роботски системи доприносе истовремено повећању продуктивности и хуманизацији рада. Робот мора бити способан не само за аутоматизовано извршавање постављеног задатка већ и за сналажења у неким ситуацијама које су изван нормалног радног режима. Он мора реаговати и прилагођавати се различитим поремећајима услова рада. Таква способност се већ може назвати интелигенцијом. Садашња истраживања у области роботике показују да ће роботи бити механички све савршенији, а њихови управљачки системи поседоваће све више вештачких чула и елемената вештачке интелигенције [1].

Данашњи веома сложени манипулатори који се називају роботима обављају низ послова у индустрији и већ су изграђене прве потпуно роботизоване фабрике. Негде се оне називају фабрикама без људи, међутим, човек је ту присутан као контролор али више не појединачних машина, већ комплетног процеса производње. Посебну погодност роботских система у индустрији представља њихова прилагодљивост и флексибилност. Ради се о могућности једноставног преласка са једног посла на други, а тиме и лаког прилагођавања променама у производњи. Роботи ће се убудуће производити и примењивати све више и биће све савршенији. Слично је и са осталим модерним технологијама, а на друштву је задатак да пронађе начине да се прилагоди овој реалности и савлада све противречности које таква реалност доноси [1].

2. Технички прописи и стандарди

Процес стварања и примене правила у циљу постизања једнообразности и боље размене информација назива се **стандардизација**, а прописана правила су **стандарди**.

- Применом стандарда постижу се следећи циљеви:
 - побољшање квалитета производа,
 - погодан избор разних параметара и других карактеристика индустријских производа,
 - повећање економичности,
 - отклањање неспоразума у трговини, заштита интереса потрошача,
 - олакшана разменљивост машинских делова и склопова увођењем типизације и унификације

Технички прописи су документа којима се дефинишу одређене карактеристике производа или поступка који је везан за одређени производ и процеса његове производње која укључује и обавезе административне процедуре.

Стандарди представљају једнообразне техничке прописе који се могу односити на облик, димензије, методе мерења, састав материјала, формате папира, цртежа. Прописивање стандарда је нарочито важно код машинских делова који се срећу у великом броју машина и уређаја. У машинству, стандардизација је најпре почела да се развија на нивоу предузећа (интерни стандарди). Затим су настали национални, а на крају међународни стандарди.

- Стандарди могу бити:
 - међународни (ИСО стандарди),
 - национални (немачки ДИН, руски ГОСТ, амерички АНСИ стандарди итд.),
 - интерни (нпр. фабрички стандарди)
- Правила техничког цртања су дефинисана националним стандардима који су усклађени са међународним стандардима ИСО (Интернатионал Стандард Органисатион)
- Све индустријски развијене земље имају националне стандарде
- Српске стандарде доноси Институт за стандардизацију Србије и они имају статус Закона који се мора примењивати
- Поред облика, димензија, материјала, квалитета и осталих особина производа, стандардима се такође прописује начин означавања, изглед техничке документације, паковање, транспорт и др.
- Ознаке српских стандарда почињу скраћеницом СРПС

Сертификација производа је поступак којим се утврђује да производ задовољава одређене прописане законске критеријуме [2].

2.1 Техничко цртање у машинству

Један од основних задатака инжењера је израда техничке документације. У оквиру техничке документације израђује се:

- пројектна,
- конструкциона и
- технолошка документација

У оквиру **пројектне** документације, када је пројектовање фаза која претходи конструисању, а обавља се у оквиру развоја производа, израђује се технички предлог, идејни пројекат и технички пројекат.

У оквиру **конструкционе** документације израђују се радионичка документација за прототип, нулту серију, пробну серију и главну серију, која се састоји од цртежа склопа, саставнице, радионичких цртежа, разних прорачуна и упутстава.

У оквиру **технолошке** документације дефинишу се технолошки поступци израде и монтаже појединих компонената, спискови стандардних и специјалних алата и прибора, спискови потребних машина и сл.

За успешно одвијање процеса пројектовања, конструисања, израде и контроле производа неопходно је усклађено деловање свих учесника у том процесу. То се може постићи само одговарајућом разменом информација.

Један од најбољих начина размене информација у техници је графичка комуникација применом техничких цртежа.

Технички цртеж представља универзални језик комуникације техничких лица у области машинства. Техничко цртање је техничка дисциплина која омогућава да се тродимензионални објекат прикаже у равни цртежа.

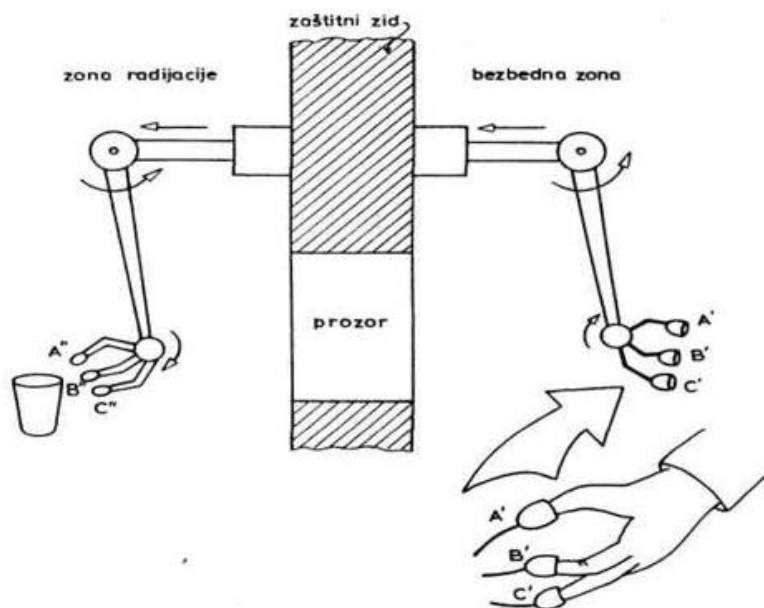
Основни циљ машинског техничког цртања је да се кроз цртеж или скуп цртежа у потпуности једнозначно дефинишу облик, функција, димензије, врста обраде, материјал, квалитет и друге карактеристике машинских делова и склопова. У техничком цртању предмети се приказују тако да се једноставно могу одредити све димензије предмета. За разумевање техничког цртежа у машинству потребно је да технички цртеж буде јасан, прегледан и прецизан. Техничко цртање се базира на принципима нацртне геометрије, у комбинацији са правилима техничког цртања, која су прописана ради постизања једнообразности [3].

3.Развој роботских система

Савремени роботи су настали сједињавањем копирајућих манипулатора и нумерички управљаних машина при чему су од манипулатора преузели мање или више човеколику руку, а од нумерички управљаних машина систем управљања помоћу рачунара. Ово се очигледно односи на индустријске манипулационе роботе који су увек опремљени извршним механизмом у облику руке. Они су се, дакле, развијали као продужетак и усавршавање производних аутомата намењених за померање делова у производњи и опслуживање машина [4].

Важно место у развоју роботике представља и рад на реализацији ходајућих транспортних возила. Та истраживања била су оријентисана ка вишеножном вештачком ходу. Данас се ове три оријентације у роботизи не могу лако раздвојити. Манипулациони роботи значајни су и за индустријску и за медицинску примену. У индустрији раде на производним линијама, а у медицини представљају ортозе или протезе руке. Слично је и са вештачком ногом која налази примену у медицини, а и код ходајућих транспортера [4].

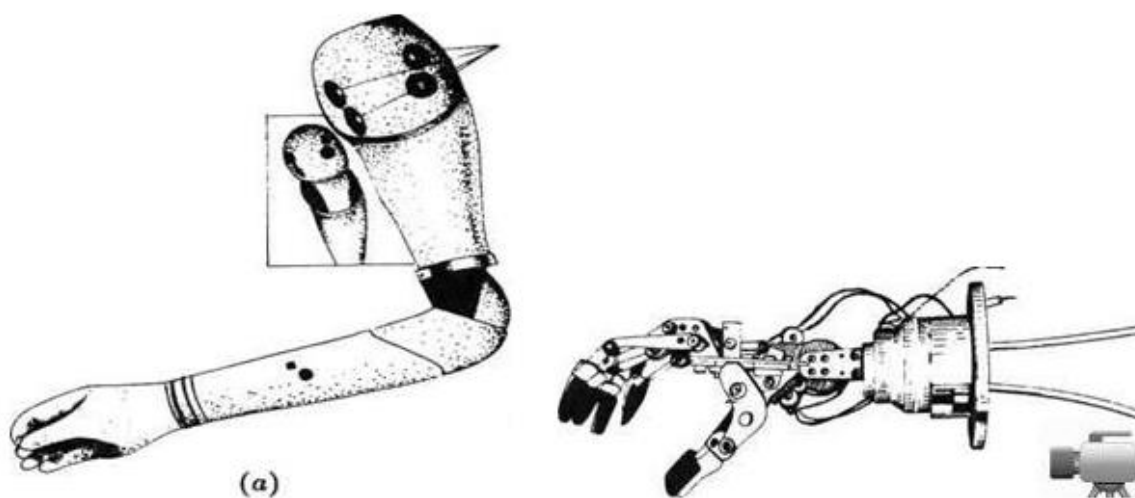
У овом одељку приказане су неке од области технике и производње чији је развој битно утицао на појаву и усавршавање робота у том смислу да су те области технике просто захтевале уређаје роботског типа [4].



Слика 3.1 Копирајући манипулатор [4]

Ради решења ових проблема развијени су прво копирајући манипулатори (слика 3.1.). Они су омогућавали да човек (оператор), стојећи у безбедној зони, иза заштитног зида, рукује радиоактивним материјама. Он својим рукама води такозвани управљајући механизам манипулатора. Извршни механизам који се налази у опасној зони копира то кретање и тако обавља жељену радњу [4].

На слици 3.2 приказана је протеза руке и вештачка шака. Протеза руке представља, у ствари, специфичан манипулатор. Специфичност се огледа у облику конструкције и начину управљања.



Слика 3.2 Протеза руке и протеза шаке [4]

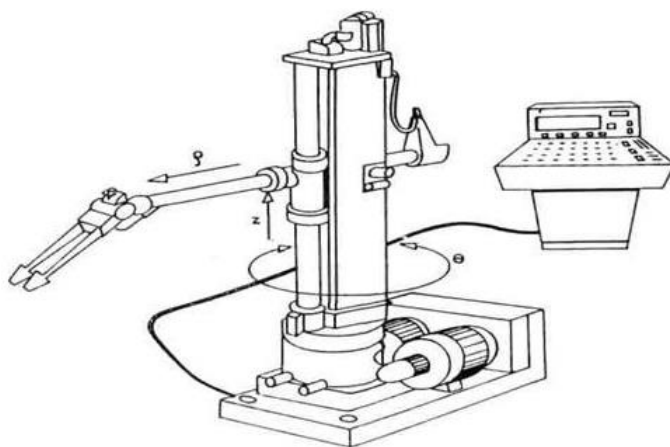
Потребе за роботским системима знатно су веће него што је овде приказано, јер се ради о веома савременој врсти аутоматизације која пружа велике могућности. Овде је био циљ да се укаже на основна поља примене робота и на оне практичне проблеме који су подстакли развој роботике [4].

3.1 Индустрijска роботика

Индустријски манипулациони робот је уређај опремљен механичком руком великих могућности кретања и управљачким системом велике аутономије реализованим на дигиталном рачунару. Овакав робот представља данашњу крајњу тачку развојног низа индустријских аутомата. Индустрijске роботе делимо у три генерације на основу тога у којој мери су изражене главне одреднице робота: универзалност кретања и аутономност у раду [5].

Роботи прве генерације у стању су да аутоматски понављају задати покрет. Заправо, не ради се о само једном одређеном покрету, већ о произвољном покрету који се роботу задаје преко, на пример, записа на магнетној траци. Нови задатак подразумева нови програм. Тиме се исцрпљује могућност комуникације са роботом, а његова самосталност огледа се у прецизном аутоматском понављању задатог кретања. Код ових робота срећемо два начина памћења задатог кретања [5].

Код старијих типова робот памти одређени број положаја помоћу одговарајућег броја група потенциометра који се налазе на управљачком пулту. Свака група потенциометара памти један положај робота тако што један потенциометар из групе памти вредност померања једног покретног зглоба. У случају робота на слици 3.3 први потенциометар у групи памти угао θ , други памти висину z , а трећи памти издужење руке ρ . У режиму аутоматског рада робот ће се кретати из једног положаја у други, а путања између тих положаја не може се контролисати [5].



Слика 3.3 Робот са три зглоба [1]

Роботи друге генерације морају добијати и информације о простору и стварима које их окружују. За то служе давачи такозваних спољашњих информација. Хватаљка робота израђује се обично у облику клешта, односно шаке са два прста. На унутрашњој страни хватаљке могу се поставити давачи који ће регистровати додир са предметом који се хвата чиме робот добија информацију да ли је ухватио предмет или се хватаљка стиснула "у празно". Сложенији давач измерио би и силу којом хватаљка стиска предмет. Сензори додира могу се поставити и на спољашње стране хватаљке да би регистровали додир са евен-туалном препреком. На предњем делу хватаљке могу се налазити и фотодиоде које ће регистровати приближавање било каквог предмета или препреке [5].

Роботи друге генерације могу обављати веома сложене задатке и, захваљујући елементима вештачке интелигенције, они имају способност сналажења у неким непредвидљивим ситуацијама. За разлику од робота прве генерације чији је циљ био да изврше одређени

покрет, роботи друге генерације имају као циљ извршење неког задатка и могу, ако треба, мењати своје кретање да би тај циљ постигли [5].

Роботи треће генерације способни су да раздвоје процес прикупљања информација и доношења одлуке од каснијег кретања којим се одлуке спроводе. Зато је даљи развој робота битно везан за развој метода вештачке интелигенције где, између осталог, подразумевамо и методе препознавања облика и препознавања говора. Неке будуће генерације робота сигурно ће имати све савршенија чула и савршенији вештачки интелект [5].

3.2 Флексибилна аутоматизација

Роботи су, ушли у фабрике да би се постигла већа продуктивност производње. Почели су од једноставнијих операција и кретали се ка сложенијим. Данас се поља индустријске примене робота могу сврстати у четири категорије:

- пренос (трансфер) материјала и опслуживање машина,
- процесне операције,
- послови монтаже (асемблирање),
- послови контроле производа (инспекција).

Прва категорија послова карактерише се тиме да је потребно ухватити предмет и пренети га на тражено место. Некада је у питању само просто премештање делова у процесу производње, а некада је потребно ставити предмет у машину или га извадити из ње и тада говоримо о опслуживању машине. Типични примери су опслуживање пресе или струга [1].

Другу категорију чине послови у којима робот носи алат или уређај којим обавља одређену производну операцију на радном предмету [1].

Трећа категорија обухвата проблем монтаже. Робот се користи за састављање различитих, простих или сложенијих, склопова. Послови монтаже су скоро ушли у домен примене робота. Оваква примена робота често обухвата и визуелне системе [1].

Четврта категорија обухвата обављање послова контроле. Ова примена је везана са развојем свих врста сензора: тактилних сензора, ултразвучних и ласерских уређаја и коначно свих врста визуелних система [1].

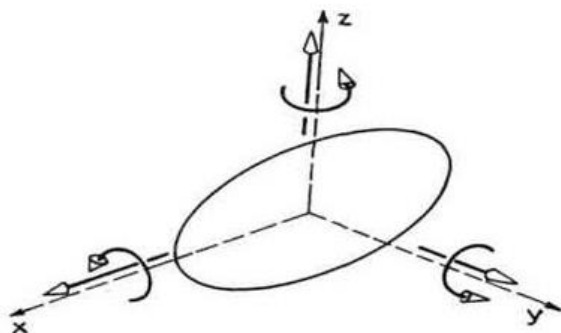
Флексибилна производња подразумева рачунарско управљање целим процесом. И не само то. Рачунари управљају припремом производње, контролом производа, складиштењем и транспортом. Уз широку примену рачунара у обради тржишта и савремених рачунарских система пројектовања долазимо до појма рачунарски интегрисане производње [1].

4. Кинематика робота

Кинематска одређеност робота подразумева одређеност позиције и оријентације прихватнице у односу на предмете у радном простору робота (манипулатора), као и у односу на неки непомицни референтни координатни систем. С друге стране, положај робота је одређен релативним угловним закретањем односно релативним транслаторним померањем у зглобовима робота. Да би робот обавио исправно радни задатак, у сваком тренутку мора бити одређена позиција и оријентација хваталке у простору [1].

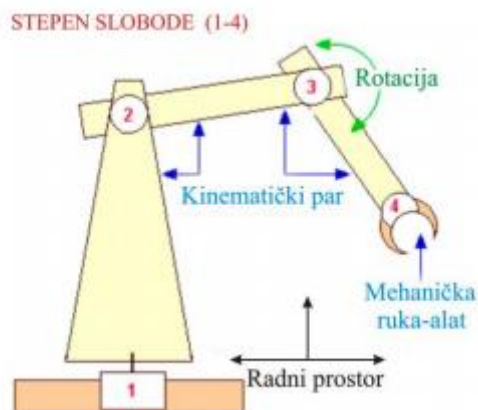
4.1 Кинематички парови

Кинематички пар подразумева два међусобно повезана тела. У зависности од начина везивања та два дела, извршена је подела кинематичких парова на одређене класе. Да би се те класе могле дефинисати разматрају се могући начини везе два тела [1].



Слика 4.1 Могућа кретања слободног тела [1]

Тело може да се креће на шест независних различитих начина. Може да се креће транслаторно дуж оса x , y , z и може да се обрће око сваке од тих оса (слика 4.1). Број степени слободе је број независних параметара који су потребни да би се једнозначно одредио положај тела [1].

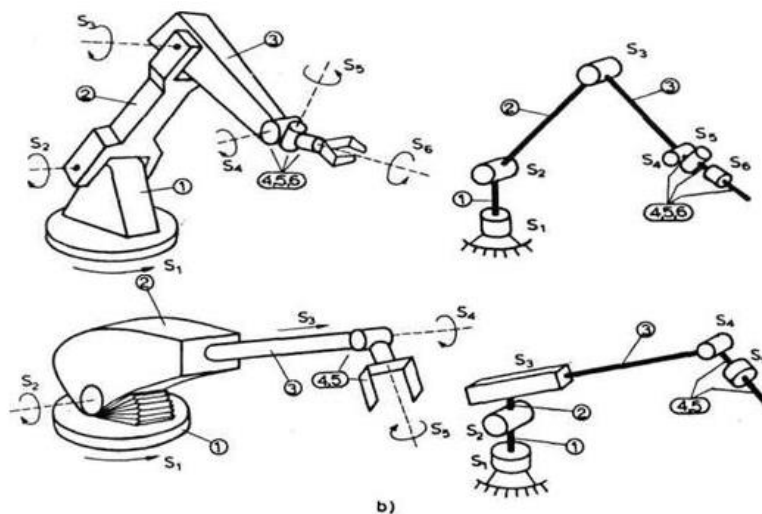


Слика 4.2 Пример кинематичког пара са 4 степена слободe [1]

На слици 4.2 се примећује да се механички систем састоји од две механичке руке манипулатора (манипулација уређаја), свакако од којих је један покретан носилац кретања уређаја. Остваривање таквог система односи се на објашњење код пројектовања зглобова. За примену у роботизи најважнији су кинематички парови пете класе. Кинематички пар пете класе који дозвољава само једну ротацију назива се ротационим паром или ротационим зглобом [1].

4.2 Кинематички ланци

Кинематички ланци су посебно важни у роботизи зато што механизам сваког робота представља, у ствари, један кинематички ланац. На слици 4.3 је представљено неколико манипулационих робота и шематски су приказани одговарајући кинематички ланци [1].



Слика 4.3 Примери манипулационих робота са одговарајућим кинематичким ланцима [1]

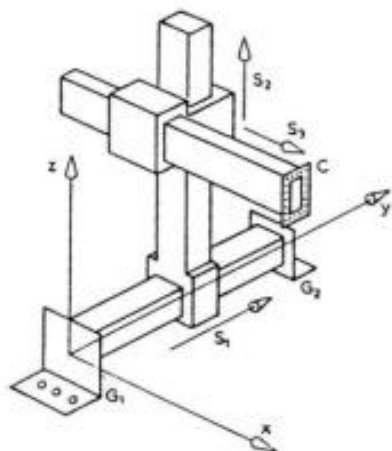
Свако тело, елеменат ланца, назива се сегментом ланца. Сегменти ланца се сматрају крутим, недеформабилним телима. Ланац се, дакле, састоји од низа зглобова и сегмената. Зглобови су обележени са $S_1, S_2, \dots$, а сегменти са $1, 2, \dots$ [1].

5. Геометрија робота

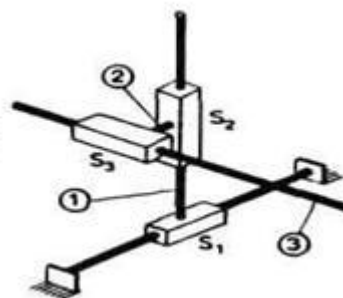
Радни простор робота представља скуп тачака у тродимензионалном простору које се могу дохватити врхом манипулатора. Облик и запремина радног простора зависе од структуре манипулатора, као и присутних ограничења механичких зглобова [1].

Минимална конфигурација је механизам са три зглоба од којих сваки може бити ротациони или транслаторни. Означимо са P ротациони, а са T транслаторни зглоб. Сада можемо увести означавање механизма на следећи начин: $PТТ$ означава механизам са три зглоба (и три степена слободе) од којих је први ротациони, а друга два транслаторна [1].

Правоугаона или $ТТТ$ шема. Минимална конфигурација правоугаоне или $ТТТ$ шеме има три транслаторна зглоба. На слици 5.1 приказан је пример овакве минималне конфигурације робота и његов шематски приказ на слици 5.2.

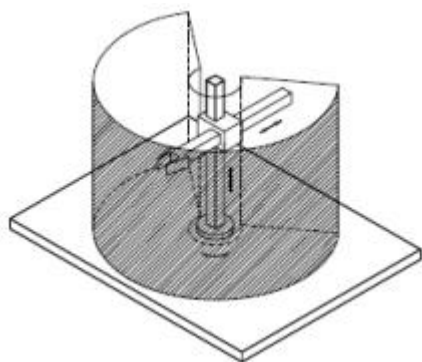


Слика 5.1 Правоугаона конфигурација [1]

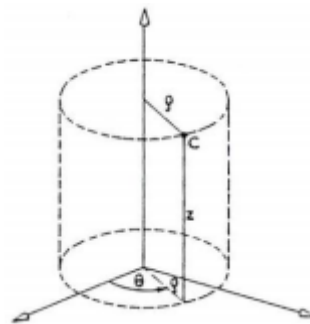


Слика 5.2 Шематски приказ простора [1]

Цилиндрична или $PТТ$ -шема. Минимална конфигурација цилиндричне или $PТТ$ -шеме има три зглоба од којих је први ротациони, а друга два транслаторна. На слици 5.3 приказан је пример овакве минималне конфигурације и то изглед робота и његов шематски приказ на слици 5.4.

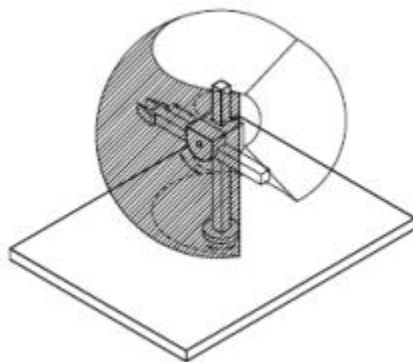


Слика 5.3 Цилиндрична конфигурација [1]

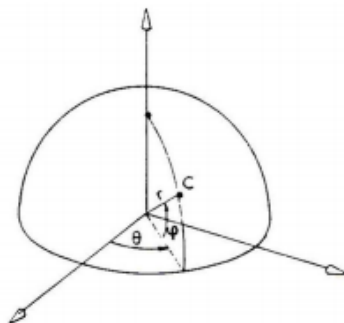


Слика 5.4 Шематски приказ простора [1]

Заменом другог зглоба цилиндричне конфигурације робота ротационим зглобом добија се робот сферне конфигурације (слика 5.5). Ако постоји ограничење транслаторног кретања, тада је радни простор тог типа робота запремина између две концентричне сфере, а уз ограничење свих кретања, радни простор је део запремине између две концентричне сфере (слика 5.6).

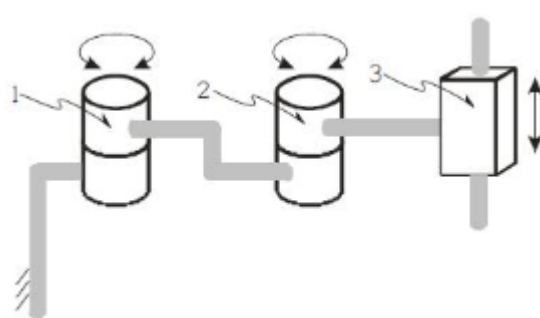


Слике. 5.5 Сферна конфигурација [1]



Слике 5.6 Шематски приказ простора [1]

Роботи SCARA конфигурације (енгл. *Selective Compliance Assembly Robot Arm*), имају два ротациона и један транслаторни зглоб (слика 5.7). Према томе, роботи SCARA конфигурације уобичајено имају само четири степена слободе. Кретањем ротационих зглобова се врши позиционирање транслаторног зглоба у жељену тачку хоризонталне равни, а затим се спуштањем транслаторног зглоба доводи хватаљка до жељеног положаја у оквиру радног простора. SCARA конфигурација има веома мало спрезање међу зглобовима обзиром да гравитационо оптерећење у потпуности прима сама механичка структура ротационих зглобова [5].



Слика 5.7 SCARA минимална конфигурација [5]

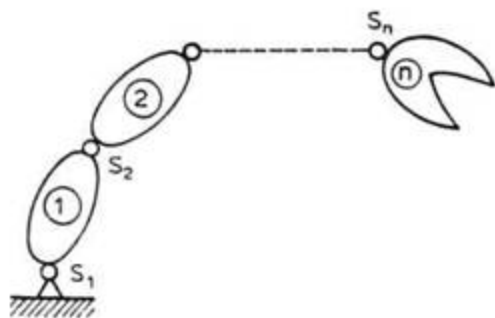
Углавном су намењени за реализацију монтажних задатака. Одликују се великом тачношћу позиционирања и брзином рада, као и релативно великом носивошћу. Највећи недостатак SCARA робота потиче од његове конструкције, постављен је високо и заузима велики део простора изнад простора у коме се обављају радни задаци, тако да тај простор мора да буде слободан [5].

6. Динамика робота

Динамика робота је од свих теоријских аспеката роботике последња нашла практичну примену. Зато ће на почетку бити изнета одређена образложења и аргументи у прилог њене примене. Полази се од чињенице да се успешно пројектовање и управљење неког система не може извести без његовог доброг познавања. Ово је, свакако тачно, али под појмом "доброг познавања" не подразумева се увек исто. Разматра се проблем механичког система конкретно једног робота. Добро познавање таквог система може, а не мора укључивати познавање математичког модела његове динамике (тзв. динамичког модела) [1].

Динамика механизма робота може се сада описати на више начина: применом општих теорема динамике система (теорема о количини кретања и теорема о кинетичком моменту), применом Лагранжевих једначина, применом Апелових једначина или Гаусовог принципа. Модел који се добија свакако је исти без обзира на приступ који се користи јер су сви ови приступи у суштини еквивалентни [1].

Под динамичким моделом робота подразумеваће се систем диференцијалних једначина које описују динамику робота.



Слика 6.1 Робот као отворени кинематски ланац [1]

Посматрајмо манипулациони робот као отворени кинематички ланац без гранања (слика 6.1). Означимо зглобове редом са $S_1, S_2, \dots, S_n$ сегменте са $1, 2, \dots, n$. Претпоставимо, затим, да су зглобови такви да омогућавају једну релативну ротацију или једну релативну translацију. Како сваки зглоб има по један степен слободе то ће механизам укупно имати n степени слободе. Динамику таквог механичког система можемо описати са најмање n скаларних диференцијалних једначина другог реда. Тај систем једначина зове се динамички модел [1].

7. Сензори у роботизи

Да би робот могао радити самостално, без обзира на ниво самосталности, он мора бити "свестан" себе и своје околине. Прецизније речено, робот мора имати могућност мерења сопственог положаја и брзине као и мерења различитих величина у радној околини чиме стиче представу о спољном простору. Различити мерни уређаји и системи којима робот добија информације о себи и околини називају се сензори. Данас су то уређаји за мерење угаоног и трансляторног померања, различити сензори додира, уређаји за мерење растојања, силе, убрзања и сл. Посебну класу сензорских система чине визуелни системи, данас већ често у употреби. Како се од робота у будућности очекује изузетна самосталност, то је неопходан услов значајан напредак у сензорској техници као што је, на пример, чуло додира са могућношћу одређивања глаткоће и мекоће површине, тродимензионална визија, чуло слуха са препознавањем говора итд [1].

Постоје и уређаји који мере различите величине везане за однос робота и спољашње средине (на пример, удаљеност од препреке итд.). Такве уређаје називамо спољашњим сензорима [1].

Унутрашњи сензори постојали су већ код првих типова робота. Наиме, мерење положаја и брзине неопходно је за реализацију било каквог сервосистема. Такви сензори и данас постоје код свих робота. Ако претпоставимо да савремени робот има управљачку схему са више нивоа, тада унутрашњи сензори обезбеђују информације за рад најнижег нивоа (сервосистемски ниво). Спољашњи сензори по правилу дају информације за више нивое управљања и на основу њих се доносе одлуке [1].

Наведимо још једну поделу сензора. Једна врста су такозвани мерни претвараачи (енг. *transducers*). То су уређаји који једну физичку величину (ону коју желимо измерити) претварају у другу. Пример је потенциометар који померање преводи у електрични напон. Добијени напон по одређеном закону одговара мереном померању. Тада кажемо да је добијена информација о померању у аналогној форми. Да би се утврдила тачна зависност померања и напона, неопходно је извршити калибрацију оваквих уређаја. Уколико се управљање системом реализује дигитално, тада је неопходно аналогну информацију превести у дигитални облик који ће прихватити управљачки рачунар. Електронски склопови који одређену вредност напона (аналогна информација) преводу у дигиталну форму називају се аналого-дигитални (A/D) конвертори. Они на излазу дају бројну вредност мерене величине у бинарном систему. Када говоримо о аналого-дигиталној конверзији напоменуемо да постоји и обрнути поступак, када се бројни податак о електричном напону (дигитални податак) преводи у сам напон (аналогна форма). Ради се, дакле, о дигитално-аналогној (D/A) конверзији, а електронски склопови који реализују ову конверзију називају се D/A конвертори [1].

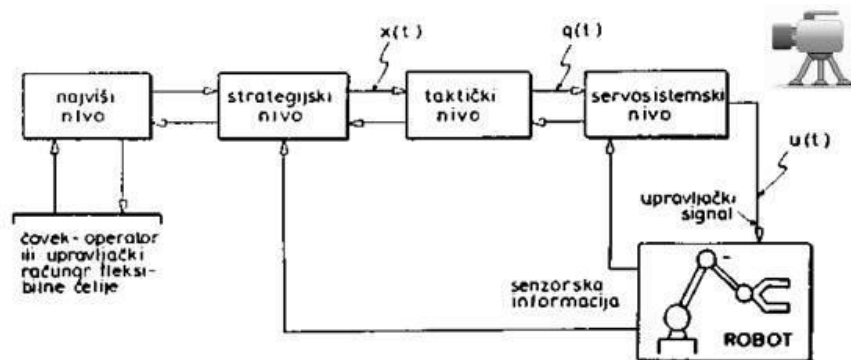
8. Управљање роботима

Роботски језик *L-IRL* (*LOLA – Industrial Robot Language*) припада класи виших програмских језика. За програмирање сложених роботских операција омогућена је структурираност и модуларност. Језик садржи све опште програмске конструкције које су потребне за програмирања робота, као што су рад са подацима, изрази, контрола програмског тока и процедуре. У језику су предвиђене конструкције којима се реализује веза са окружењем, путем улазних и излазних сигнала којима се преносе аналогне, дигиталне и бинарне информације [1].

Језик *L-IRL* садржи роботски специфичне конструкције, као што су геометријски типови података, геометријски изрази и искази за задавање кретања робота. Геометријски типови података и изрази омогућавају описивање положаја робота и објеката. Међу њима је и операција релативне translације и ротације координатног система. Положаји робота могу бити дати у спољашњим координатама и у координатама мотора и оса робота. Омогућено је програмирање путања робота у апсолутним и у релативним координатама. Кретања робота могу бити: тачка по тачка и кретања по математички дефинисаним путањама права линија и круг. Повезивање два неколинерна праволинијска кретања могуће је извршити апроксимативним СР кретањем по параболи [1].

Апроксимативним РТР кретањима врши се повезивање више РТР, РТР и СР кретања и обрнуто. Могуће је задавање путања, брзине, убрзања, промене оријентације ендефектора робота, заглађивања путања и брзина.

Следећи описану логику уопштавања задатка који се роботу поставља долази се до управљања у више нивоа (слика 8.1) при чему сваки виши ниво припрема задатак и управља радом нижег нивоа. Такође, сваки ниво ће, у зависности од потребе, располагати одређеним сензорским информацијама.



Слика 8.1 Нивои управљачког система [1]

9. Завршни уређаји

Робот се често пројектује као систем опште намене. Затим му се додаје завршни уређај чиме се робот оспособљава за извршење одређеног задатка. Ако се мења намена робота, промениће му се само завршни уређај, на пример, уместо уређаја за хватање ставе се заваривачке електроде. Овакве могућности потврђују флексибилност робота као елемента производног система [1].

Завршне уређаје можемо функционално поделити у три групе:

- хваталке,
- алати и
- мерно-контролни уређаји.

Хваталке су уређаји којима се одређени радни предмет може ухватити, држати током преношења и на крају испустити. Углавном се срећу код задатака преношења радног материјала, код опслуживања машина (стављање радног предмета у машину и вађење из ње) као и у задацима монтаже. Када користимо термин "ухватити" намеће се идеја хватања помоћу два или више прстију. Међутим, хватање подразумева било који поступак којим се обезбеђује чврст контакт са предметом ради његовог преношења (на пример, помоћу магнета или вакуумске сисалке) [1].

Различите врсте алата срећу се као завршни уређаји код робота који обављају процесне операције. Под алатом тада подразумевамо оне уређаје којима се извршавају неке радне операције на предмету производње заваривачка клешта, пиштољ за прскање фарбе, тоцило за брушење и сл [1].

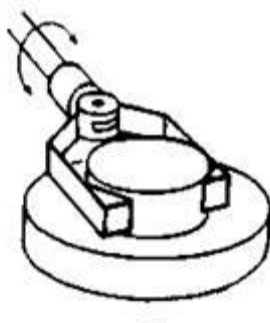
Ако један робот обавља низ производних операција на радном предмету, потребно је у релативно кратком року променити већи број завршних уређаја. Ово је посебно случај код такозване флексибилне производње код које сваки нови радни предмет може бити другачији и захтевати другачију обраду. Да би се омогућила брза промена завршног уређаја, пројектују се различити системи везивања завршних уређаја за врх робота. Могућа је, на пример, веза помоћу магнета или нека другачија веза али се, свакако, замена и везивање уређаја мора обављати аутоматски тј. без учешћа човека. На овај начин долазимо и до једне могућности која указује да претходну поделу завршних уређаја не треба схватити сувише круто. Наиме, промена алата може се извести тако да се различити алати узимају хваталком робота, а онда се њима извршавају производне операције. Тако се брзо могу мењати завршни уређаји и робот за кратко време може извршити низ производних и контролних задатака [1].

9.1 Хватаљка робота

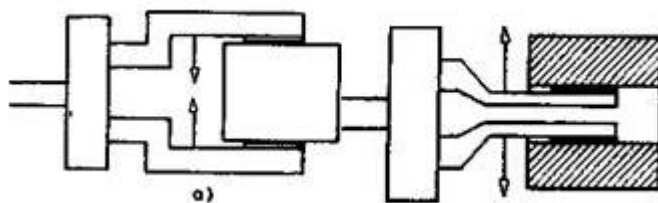
Хватаљке могу бити обичне или дупле (слика 9.1) и (слика 9.2). Дупла хватаљка је уређај који се састоји од две хватаљке монтиране на врху робота. Овакве хватаљке срећу се углавном код задатака у којима робот ставља и вади радне предмете из неке машине (на пример пресе). Тада робот једном хватаљком приноси предмет, затим другом хватаљком вади претходни предмет из машине пре него што унутра стави нови; коначно претходни предмет се одлаже на то предвиђено место. Тако се брзо може извршити замена радног предмета у машини [1].

Хватаљке можемо поделити и према начину хватања на:

- хватаљке са механичким прстима,
- хватаљке са вакуумским, магнетним или атхезионим системом хватања, и
- универзалне хватаљке.



Слика 9.1 Обична хватаљка [1]



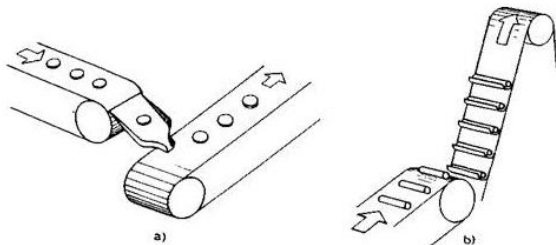
Слика 9.2 Спољашња (a) и унутрашња (b) хватаљка [1]

10. Примена робота у индустрији

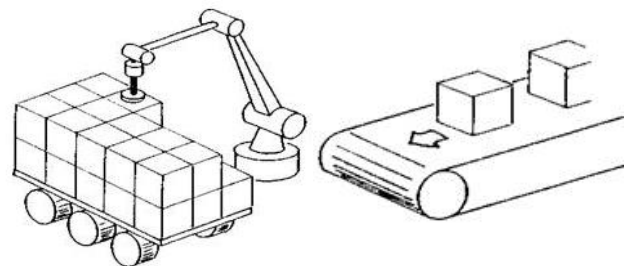
Увођење робота у индустрију можемо посматрати на два начина. Са једне стране роботи се појављују као неопходни саставни елеменат нових производних линија које се пројектују као високо аутоматизоване и често са особинама флексибилности. Тада је тешко посматрати робот и његов учинак изван целине флексибилне производне линије. С друге стране, роботи се често укључују у постојеће производне погоне. У таквим случајевима роботи битно повећавају учинак постојеће опреме. Тако, "старе" машине постају економичније што смањује или одлаже потребу за новим, већим инвестицијама. Свакако, и набавка робота је инвестиција али се показало да је набавка робота знатно економичнија од набавке нових машина [1].

У сваком производном погону промет и пренос материјала спадају у кључне радње. Нагласимо да под појмом материјала подразумевамо како необрађени материјал који улази у погон, тако и делимично обрађене радне предмете, а коначно и потпуно обрађени производ који излази из погона. Промет материјала игра важну улогу зато што је увек потребно материјал који улази у погон преносити од једне машине до друге, или општије, од места где се обавља једна радна операција до места где се обавља друга. На тај начин материјал се креће до изласка из погона. На овом месту нећемо говорити о усавршавању и аутоматизацији самог поступка обраде, дакле развоју машина, већ ћемо разматрати само процес промета материјала [1].

На аутоматски начин је био решен не само транспорт између радних места већ и улаз и излаз материјала у ћелије где се, такође аутоматски, обављао одређени радни процес. Овакве линије које су често представљале јединствену целину, готово као јединствена машина, омогућавале су велику брзину производње, а тиме и велике производне серије. На слици 10.1 приказан је транспорт делова покретном траком и прелаз са једне траке на другу.



Слика 10.1 Транспорт покретном траком [1]



Слика 10.2 Транспорт палета [1]

Посматрајмо сада транспорт палете транспортним колицима (слика 10.2). Робот узима предмете са покретне траке и слаже их на палету. Овај посао називамо палетирање.

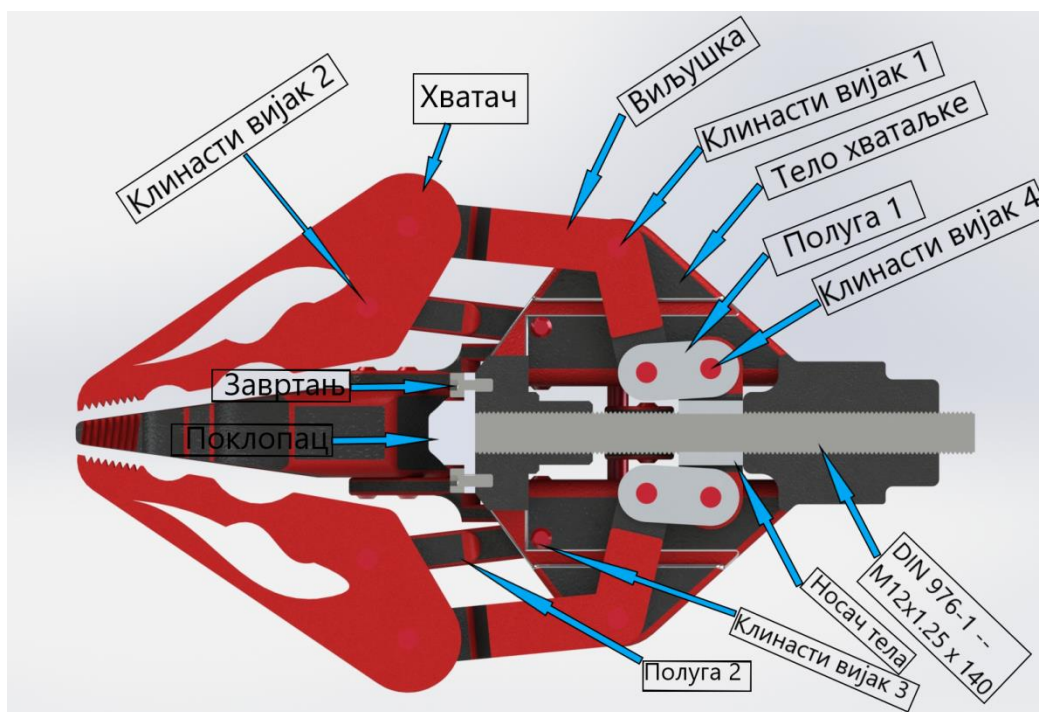
11. Моделирање склопа роботске руке

SolidWorks је први CAD софтвер који користи графичко окружење оперативног система *Windows (Microsoft)*. Служи за машинско пројектовање и аутоматизацију процеса који су засновани на параметарском моделирању машинских делова и склопова.

SolidWorks има специфична решења за индустрију и алате за организацију целог посла, тимски рад, управљање пројектима, документацијом, изменама и процесима [6].

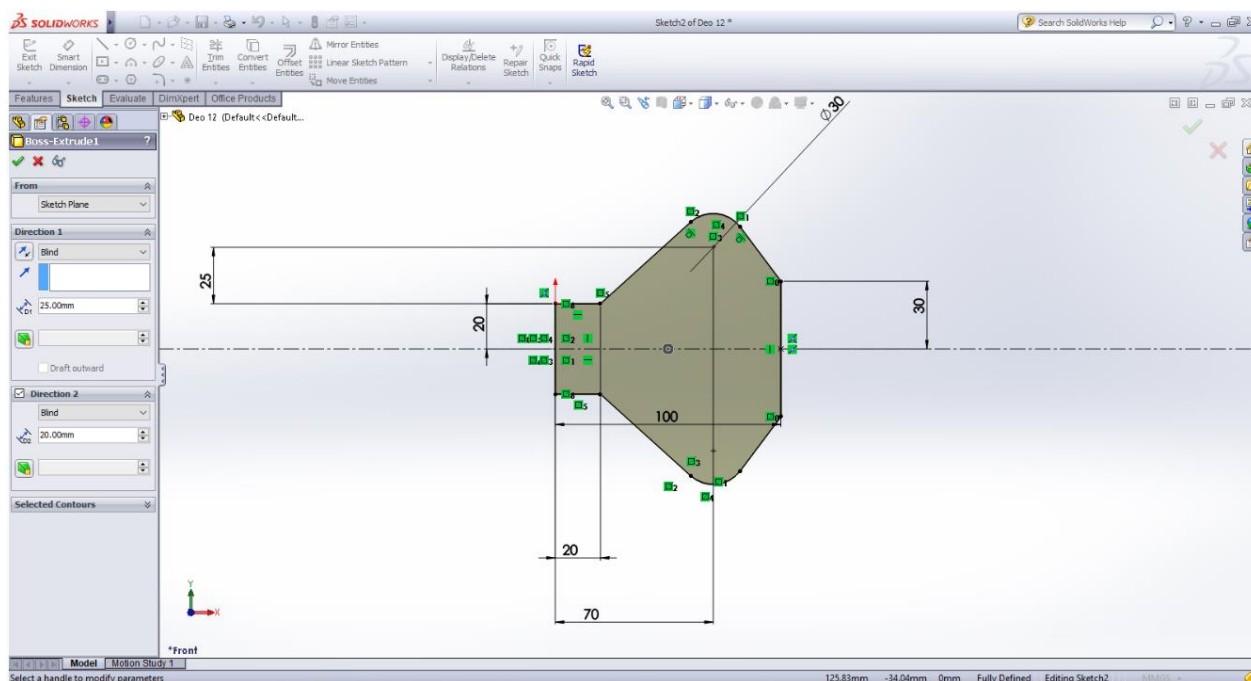
11.1 Поступци моделирања

На слици 11.1 Приказана је хватаљка са датим позицијама



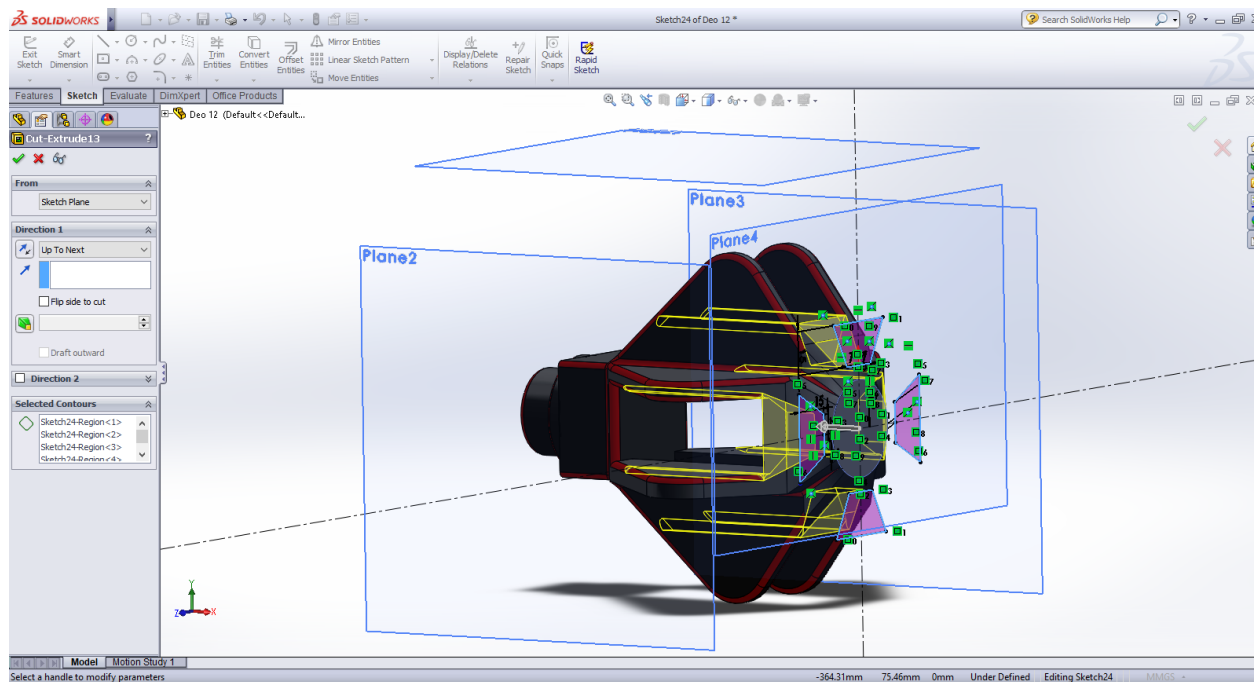
Слика 11.1. Хватаљка

Извлачење затворене контуре Тела хватаљке (слика 11.2)



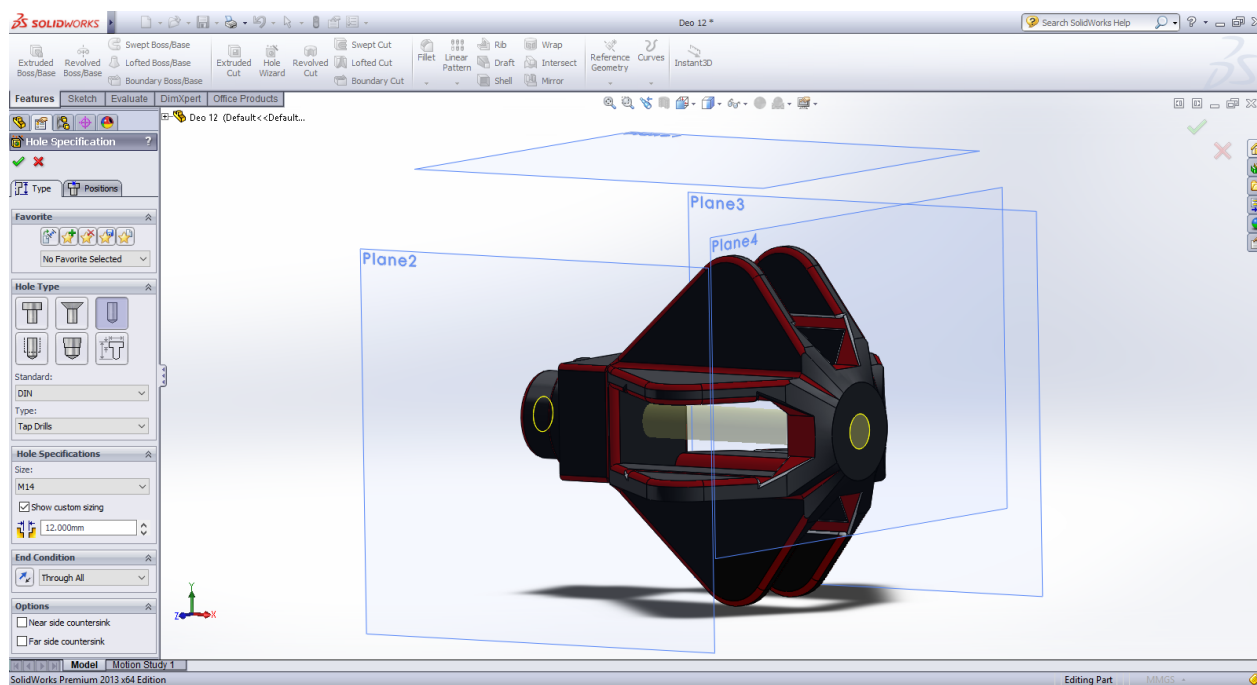
Слика 11.2 *Extruded Boss/Base*

Уклањање вишка материјала провлачењем контуре (слика 11.3)



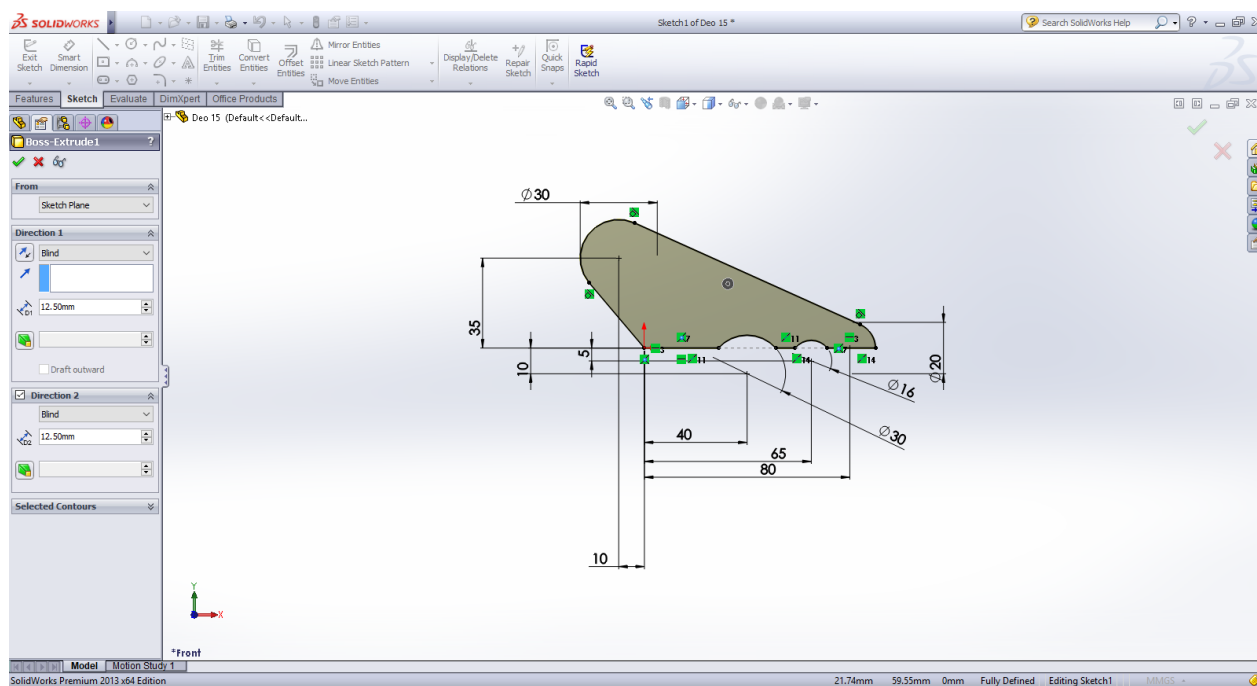
Слика 11.3 *Extruded Cut*

Прављење отвора са навојем (слика 11.4)



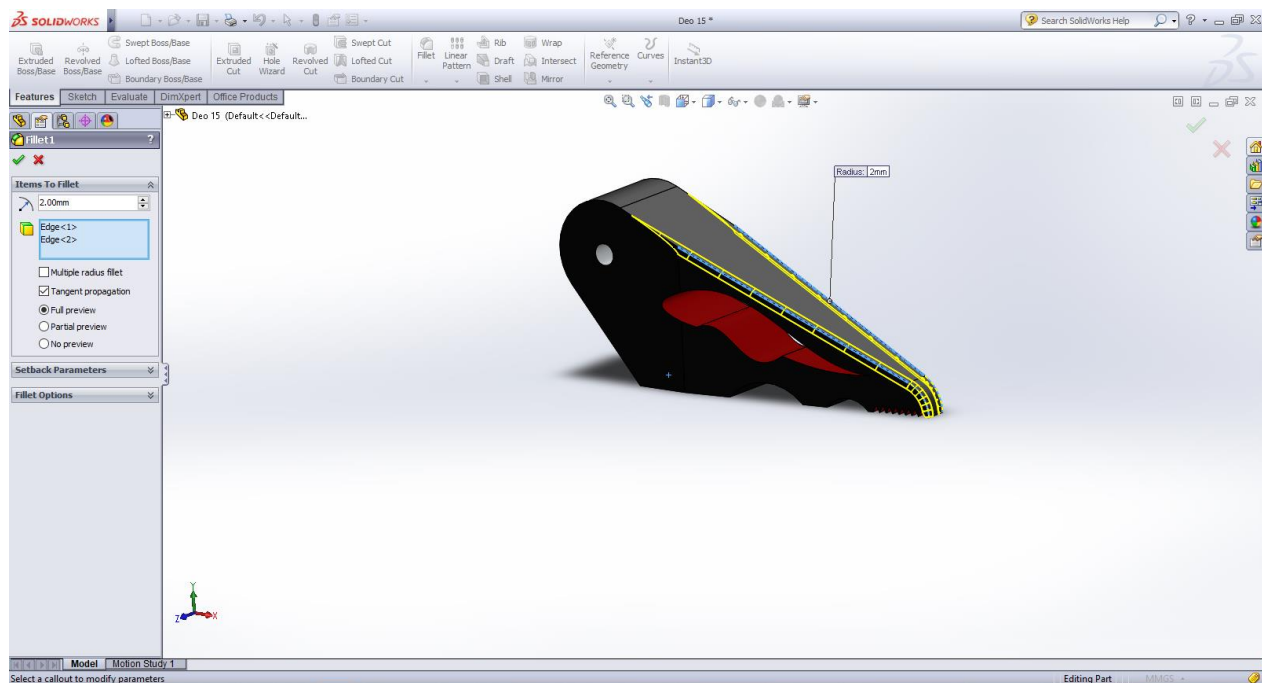
Слика 11.4 *Hole Wizard*

Извлачење затворене контуре Хватача (слика 11.5)



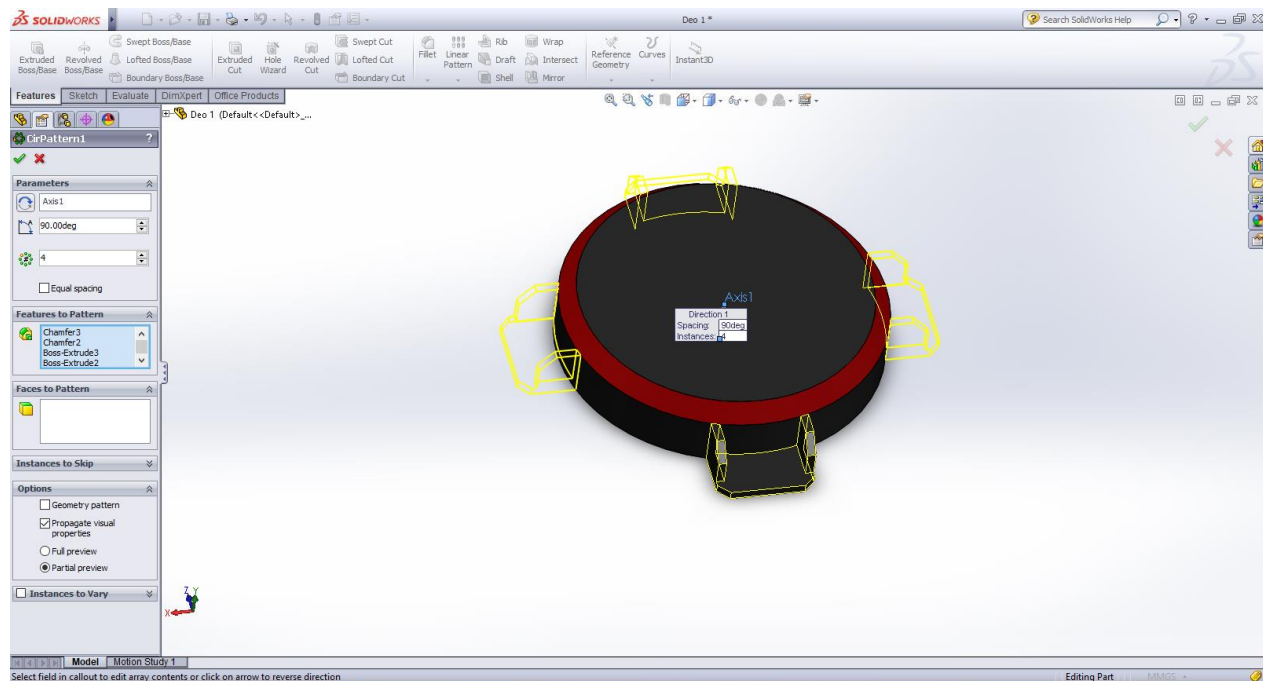
Слика 11.5 *Extruded Boss/Base*

Обарање ивица (слика 11.6)



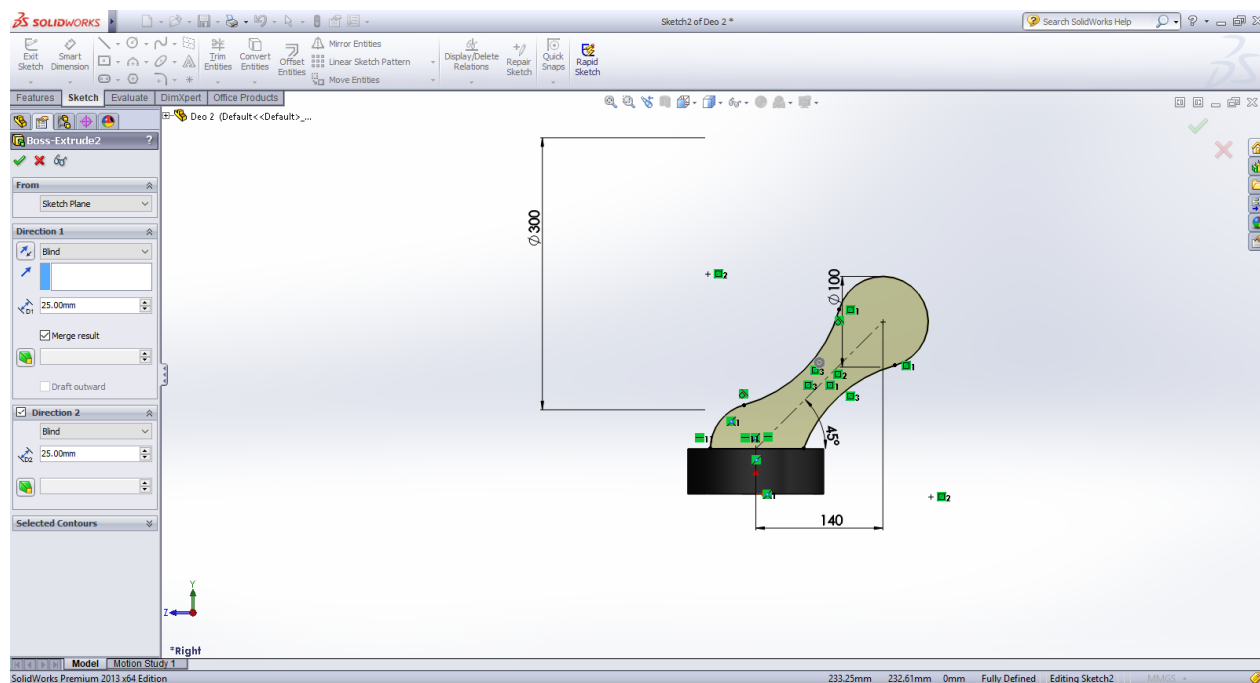
Слика 11.6 *Fillet*

Умножавање тела по кружници (слика 11.7)

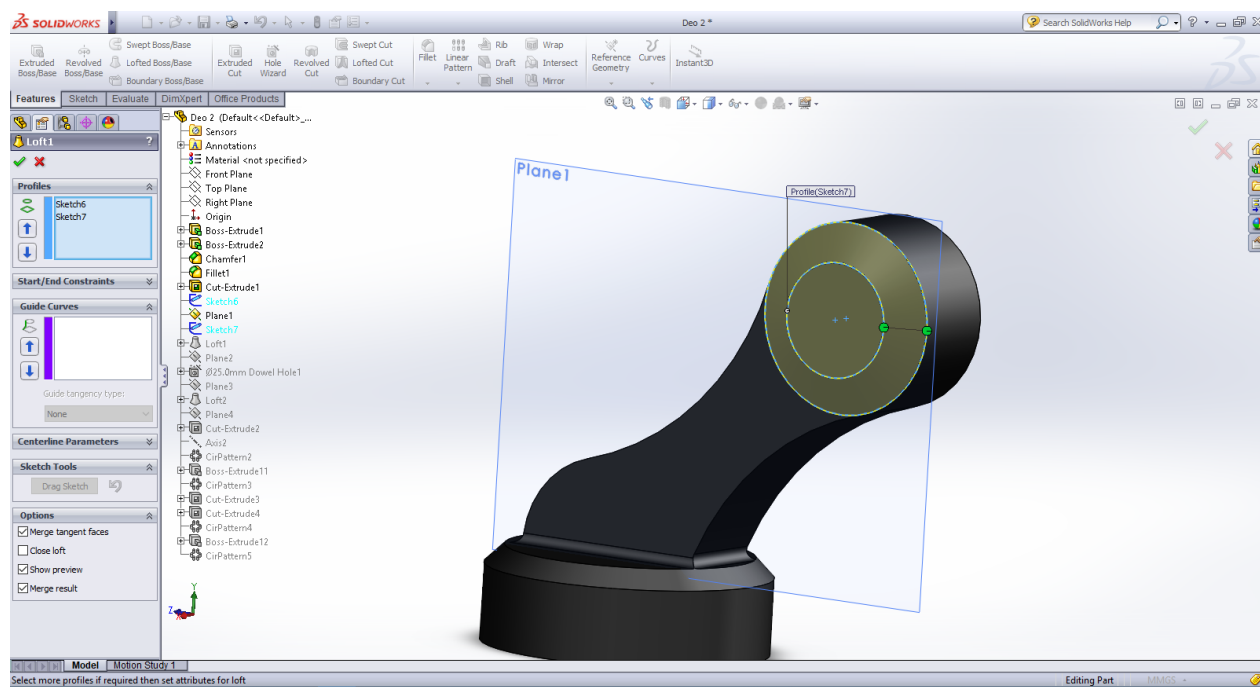


Слика 11.7 *Circular pattern*

Извлачење контуре Тела руке (слика 11.8) и (слика 11.9)

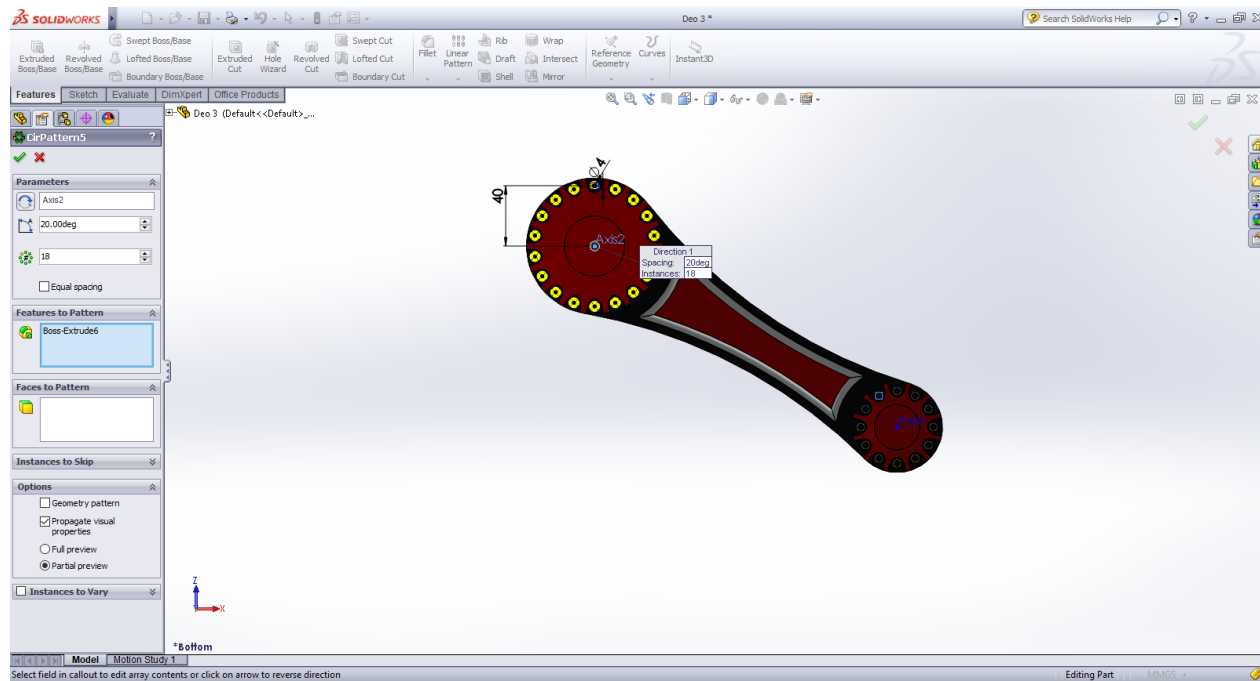


Слика 11.8 *Extrude Boss/Base*



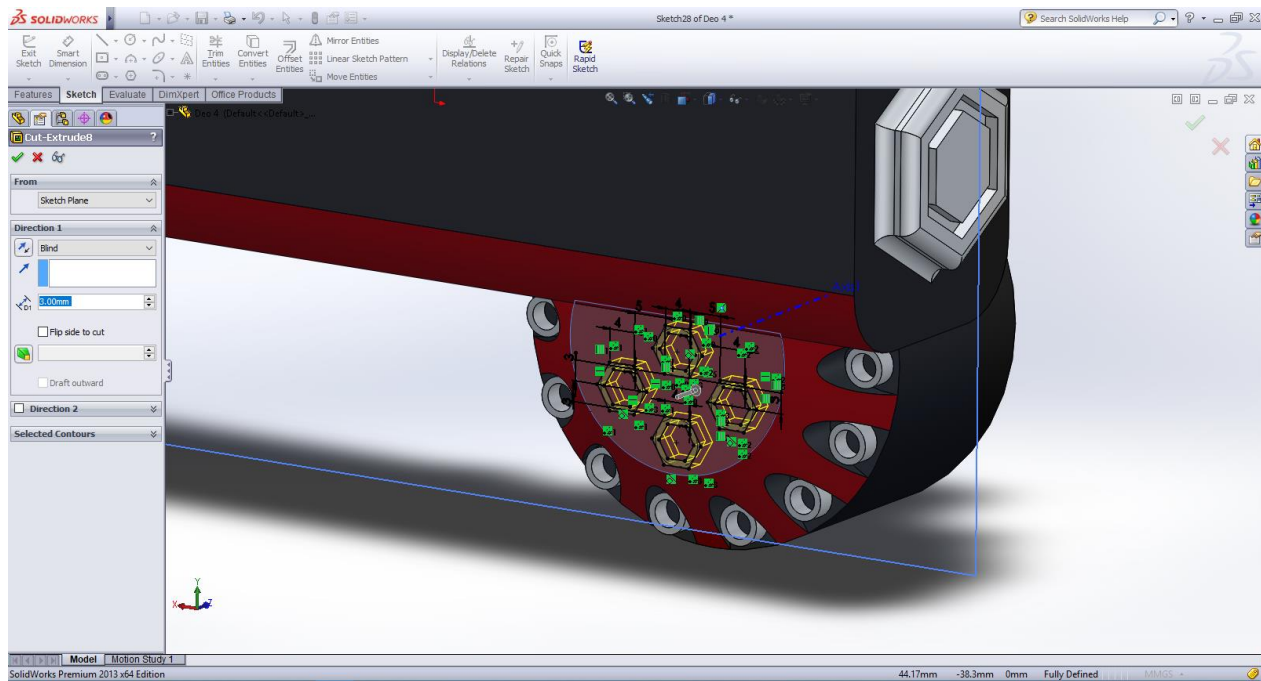
Слика 11.9 *Loft*

Умножавање тела по кружници на Носачу руке 1 (слика 11.10).



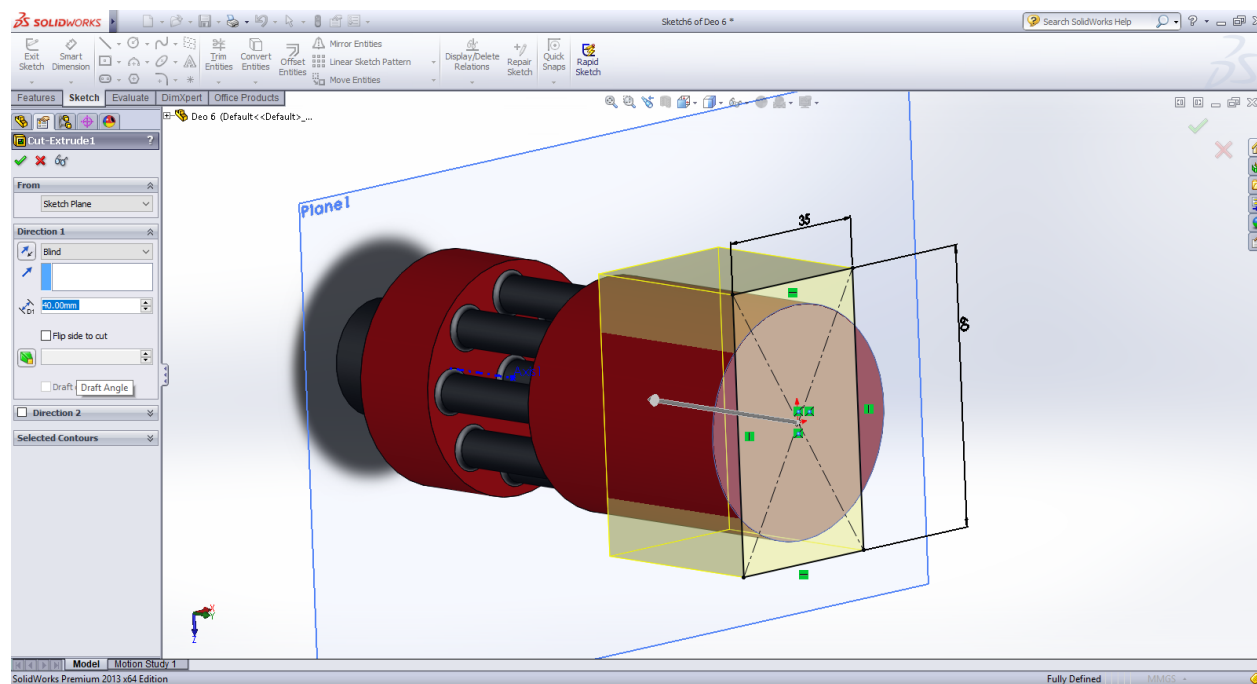
Слика 11.10 Circular pattern

Уклањање вишка материјала на Носачу руке 2 (слика 11.11)



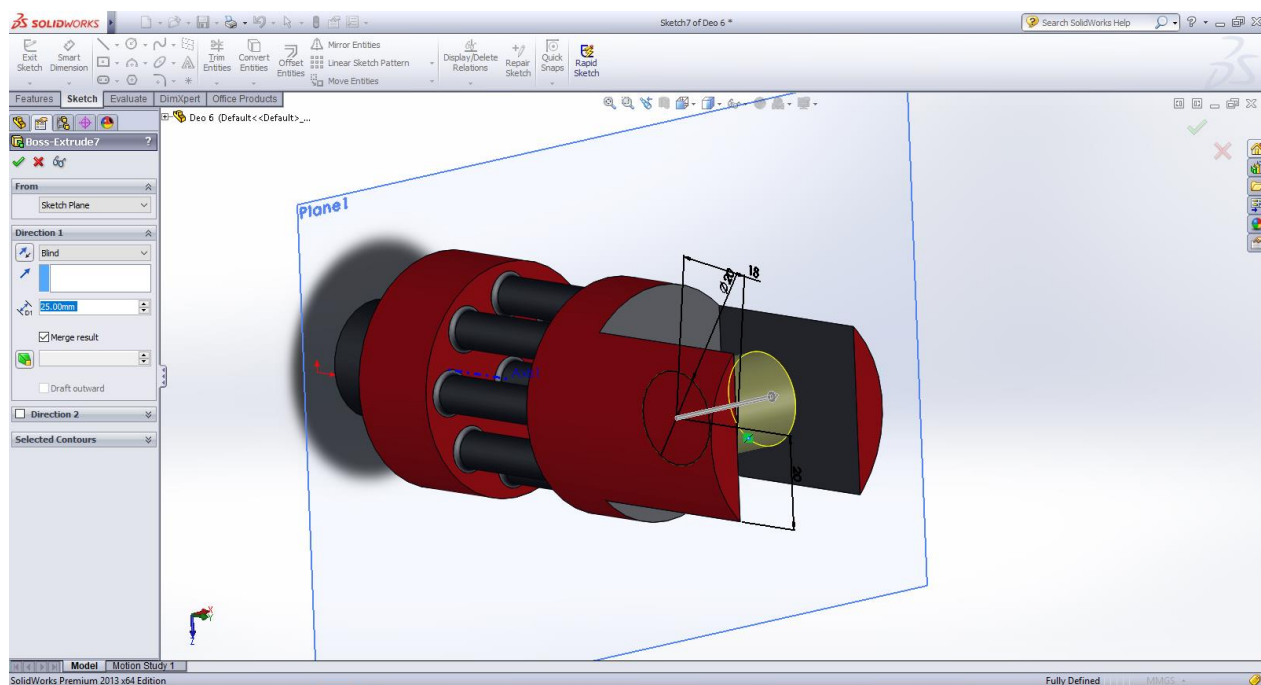
Слика 11.11 Extrude Cut

Уклањање вишка материјала са Носача зглоба (слика 11.12)



Слика 11.12 *Extrude Cut*

Додавање материјала (слика 11.13)



Слика 11.13 *Extruded Boss/Base*

Носач руке 2

Носач зглоба

Зглоб руке

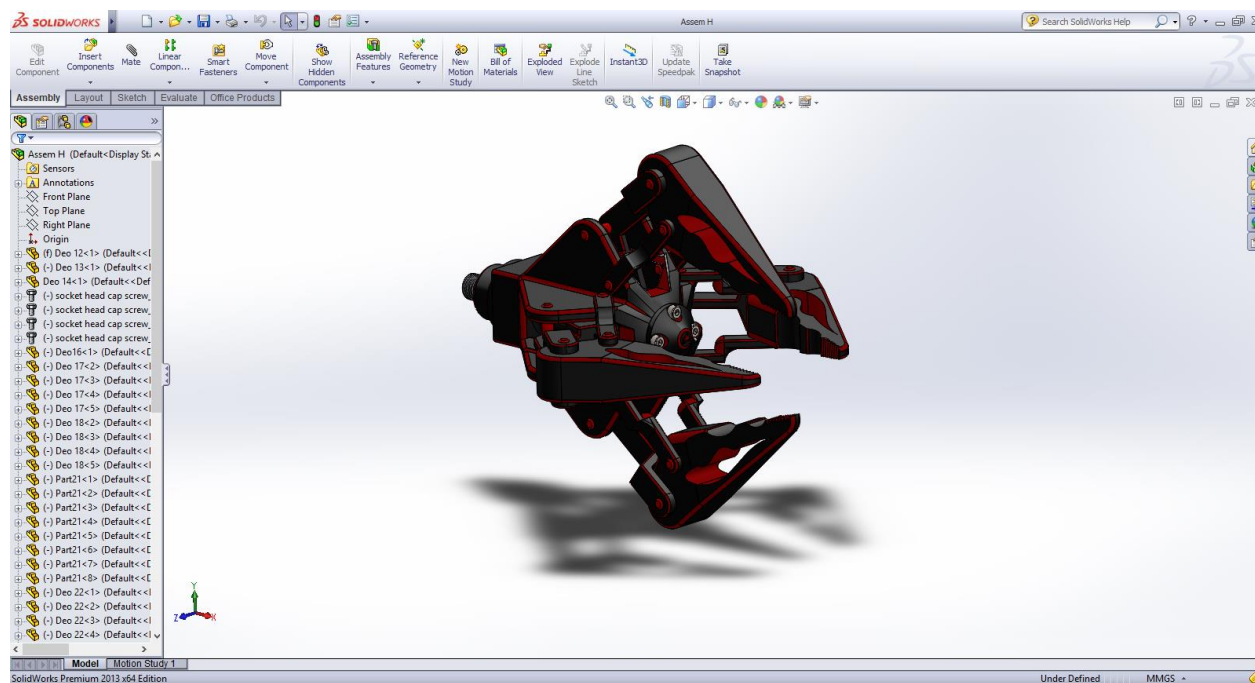
Тело руке

Постоље

Носач руке 1

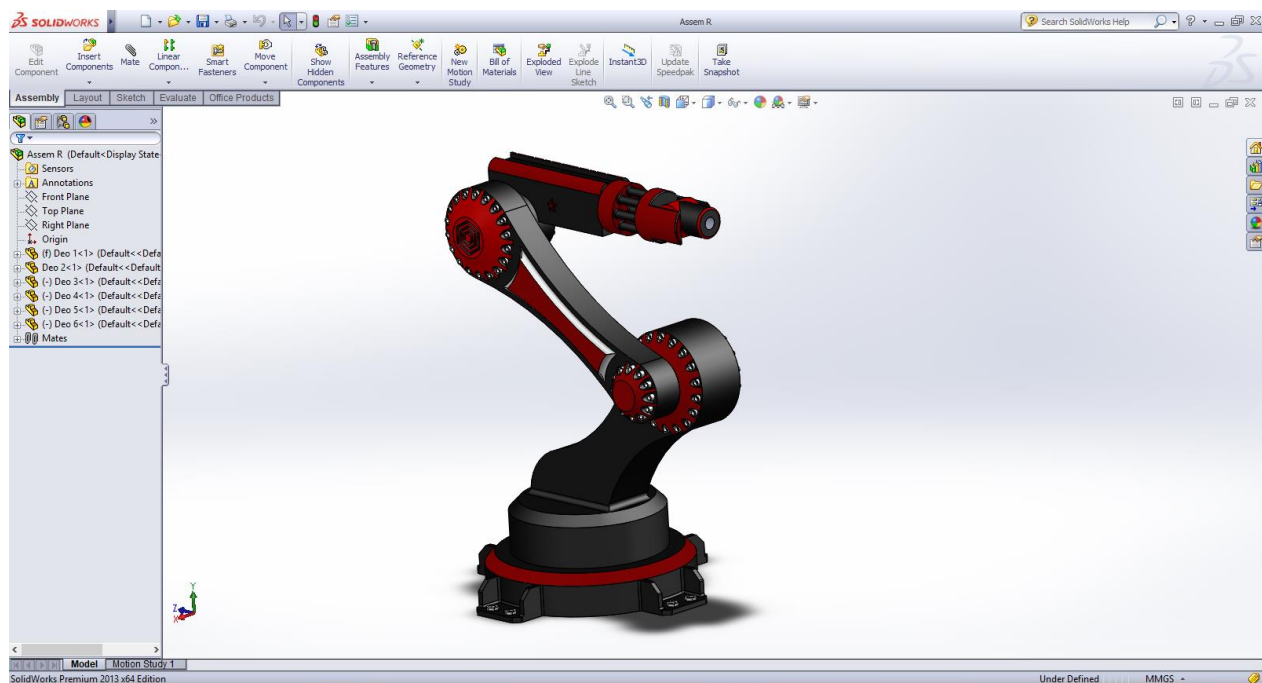
This diagram shows the exploded view of a robotic arm assembly. The components are labeled in Macedonian: 'Носач руке 1' (Arm support 1), 'Носач руке 2' (Arm support 2), 'Носач зглоба' (Joint support), 'Зглоб руке' (Arm joint), 'Тело руке' (Arm body), and 'Постоље' (Base). The assembly consists of a base plate, a main arm body, and two support arms, all connected by joints.

Склапање хватаљке у **Assembly** окружењу (слика 11.15)



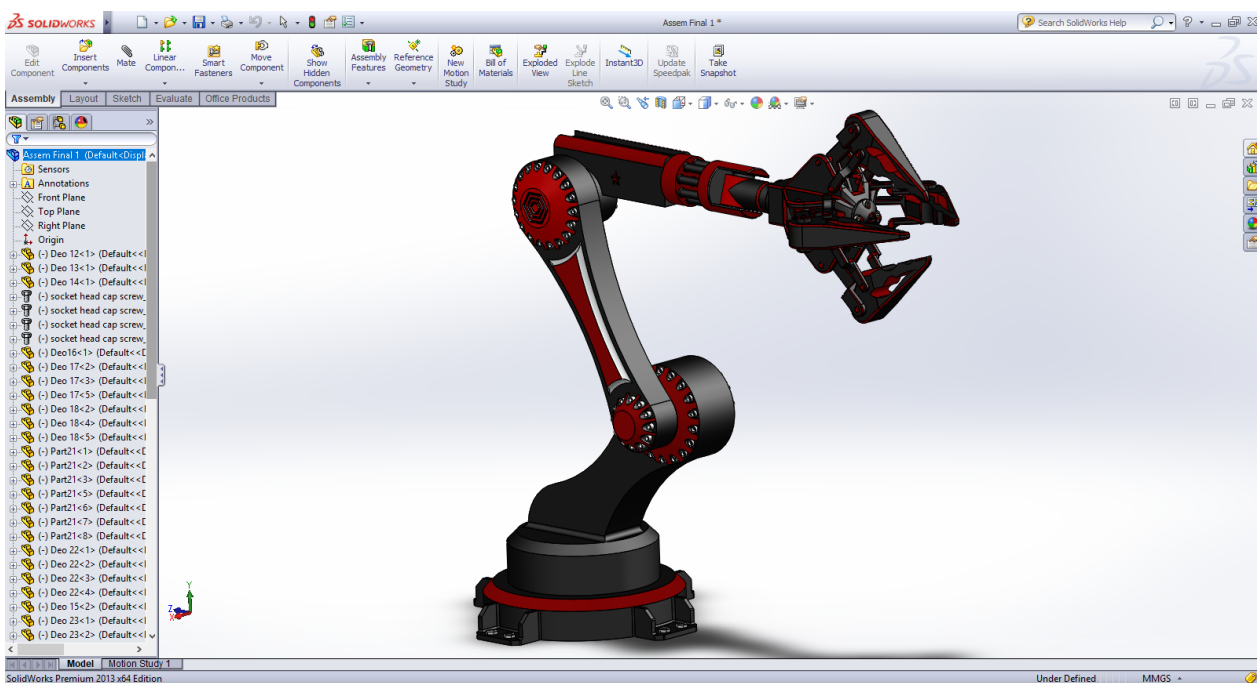
32

Склапање руке у **Assembly** окружењу (слика 11.16)



Слика 11.16 Склоп руке

Склапање хваталке и роботске руке у **Assembly** окружењу (слика 11.17)



Слика 11.17 Склоп роботске руке и хваталке

Финални изглед роботске руке са хватањком (слика 11.18), добијен коришћењем опције **”Render”** која представља поступак стварања реалистичне слике измоделираног склопа.



Слика 11.18 *Роботска рука са хватаљком*

12.Израда техничког цртежа склопа роботске руке

Више машинских делова повезаних у једну функционалну и технолошку целину дефинише се као склоп. Скуп техничких цртежа саставних делова склопа (подсклопова и машинских делова) представљају његову техничку документацију. За израду ових цртежа користе се стандарди и принципи техничког цртања. Пре почетка израде цртежа склопа потребно је установити:

- Какву функцију има склоп који се црта
- Каква је улога појединих делова склопа у току рада
- У каквој су међусобној вези поједини елементи склопа
- Облик и мере појединих елемената склопа и материјал од кога су израђени

Распоред цртања склопа:

- Одређивање потребног броја пројекција, пресека и величина саставнице, усвајање размере у којој се црта
- Избор величина формата и одређивање распореда пројекција и пресека цртањем оса симетрије или габаритних правоугаоника појединих изгледа
- Цртање склопа део по део, истим редом као да је реч о склапању; у овој фази црта се оловком без појачавања линија
- Појачавање линија, шрафирање пресека, уношење габаритних и функционалних кота
- Цртање и попуњавање заглавља и саставнице
- Контрола цртежа

Позициони бројеви:

- Додељују се сваком саставном делу склопа(појединачним детаљима или комплетним подсклоповима који се у склоп уграђују као претходно формирана целина)
- Повезују делове приказане на цртежу са садржајем саставнице
- На цртеж се уписују у једном непрекидном низу растућих бројева по хоризонтали или вертикали изван контуре машинског дела, а такође се по растућем редном броју уписују и у саставницу која садржи одговарајуће податке о тим деловима
- Двоструко су већи од котних бројева, подвлаче се кратком дебелом линијом и повезују се показном линијом са деловима на које се односе; показна линија се завршава тачком

Бројеви цртежа:

- Додељују се сваком радионичком цртежу у циљу чувања, одлагања и једноставног руковања техничком документацијом
- Могу бити састављени од цифара или комбиновани из слова и цифара и уписују се у поље заглавља предвиђено за упис броја цртежа
- Садрже ознаку формата папира, типа и величине производа, броја склопа, подсклопа и машинског дела међусобноодвојених тачком [3], [7].

Конструкциона документација склопа састоји се од:

- цртежа склопа
- цртежа подсклопова и
- радионичких цртежа детаља

Цртеж склопа:

- Приказује склоп целокупног производа
- Даје појам о његовој функцији
- Представља основу за правилно монтирање
- Садржи потребан број пројекција са пресецима који приказују све потребне детаље
- На цртежу се дају габаритне мере склопа
- Заглавље садржи саставницу са неопходним позицијама и бројевима цртежа подсклопова и детаља

Цртеж подсклопа:

- Приказује делове који се уграђују као претходно формирана целина
- Све оно што садржи цртеж склопа односи се и на цртеж подсклопа
- Садржи потребан број пројекција са пресецима који приказују све потребне детаље
- На цртежу се дају габаритне мере
- Заглавље садржи саставницу са неопходним позицијама и бројевима радионичких цртежа детаља

Радионички цртежи детаља:

- Приказују основне машинске делове са потребним бројем пројекција и одговарајућим пресецима
- Садрже неопходне димензије, толеранције, ознаке квалитета обрађених површина и све остало што је потребно да делови буду потпуно дефинисани по облику, димензијама и примењеним технолошким процесима производње
- Заглавље садржи одговарајући број цртежа, материјал, размеру, назив цртежа, ознаку изворних техничких података (везу са склопом или подсклопом), назив фирме у којој је цртеж израђен, имена и потписе особа одговорних за цртеж и остале податке потребне за разврставање и употребу цртежа [3], [7].

Сагласно наведеним правилима и упутству урађена је конструкциона документација роботске руке и дата је у прилогу.

13. Закључак

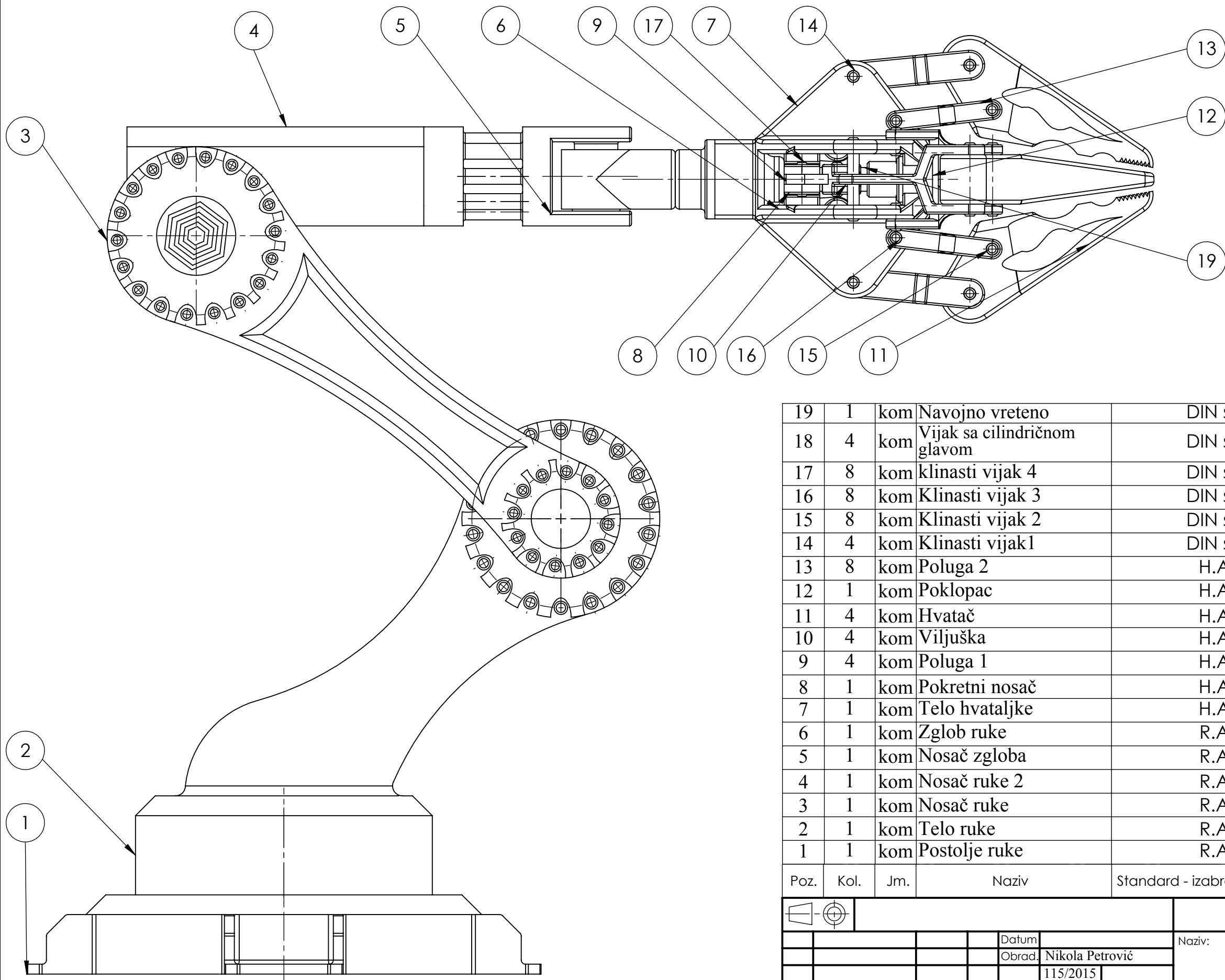
Данас роботика заузима све значајније место у животу и раду човека. Почетак 21. века обележен је експанзијом практичне примене роботике и интелигентних машина уопште. Да би човек био довољно информисан о техничком окружењу, да би га боље и правилније користио, потребно је да буде довољно технички образован из ове области. То образовање мора бити флексибилно са могућношћу сталне надградње. Зато је врло значајна улога образовних институција које морају створити такве образовне садржаје из роботике које ће обезбедити минимум потребног знања из ове области за време данас, као и за време које долази са едукацијом за самообразовање. Наведени параметри могу послужити само као пример потребних основних садржаја из роботике и интелигентних машина.

Врло разнолику примену роботима омогућила су својства програмираног учења и запажања околине помоћу сензора. Иако се већина данашњих робота разликује од човека изгледом ипак су нам слични, основном конструкцијом и логиком којом се служе при раду. У многим индустријама, у роботима се могу пронаћи делови који личе на човеково тело (костур).

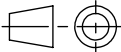
У овом раду описана је израда конструкционе документације роботске руке. Модел роботске руке је израђен у програму за моделирање “SolidWorks” који је практичнији од других програма за моделирање. Пројектовани модел није потребно физички израдити и склапати како би се уочиле и уклониле потенцијалне грешке које су настале приликом конструисања. Веће су могућности за оптимизацију појединих делова у конструкцији, као нпр. уклањање вишка материјала где је то могуће, тражење већег броја могућих решења и др. Такође, брже и лакше се долази до техничке документације применом процеса виртуелног моделирања и конструисања.

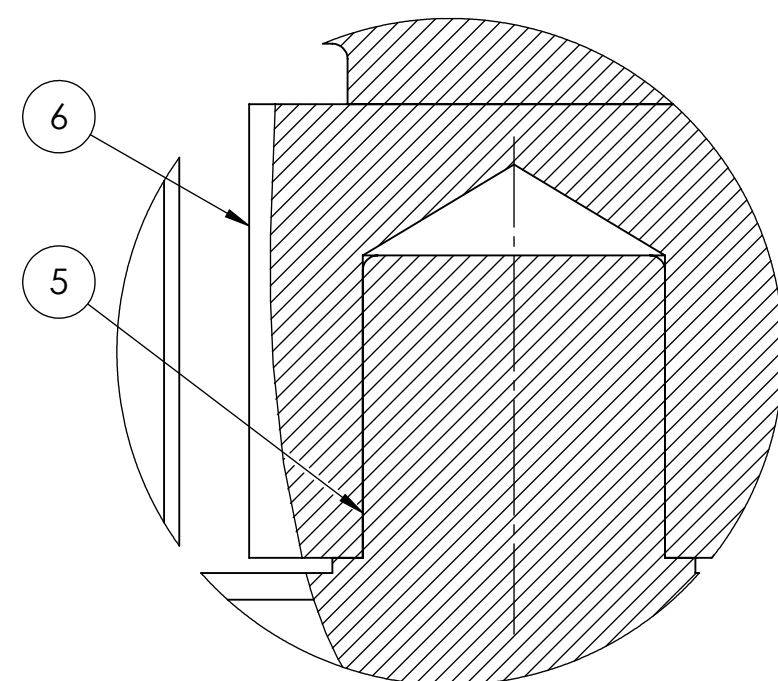
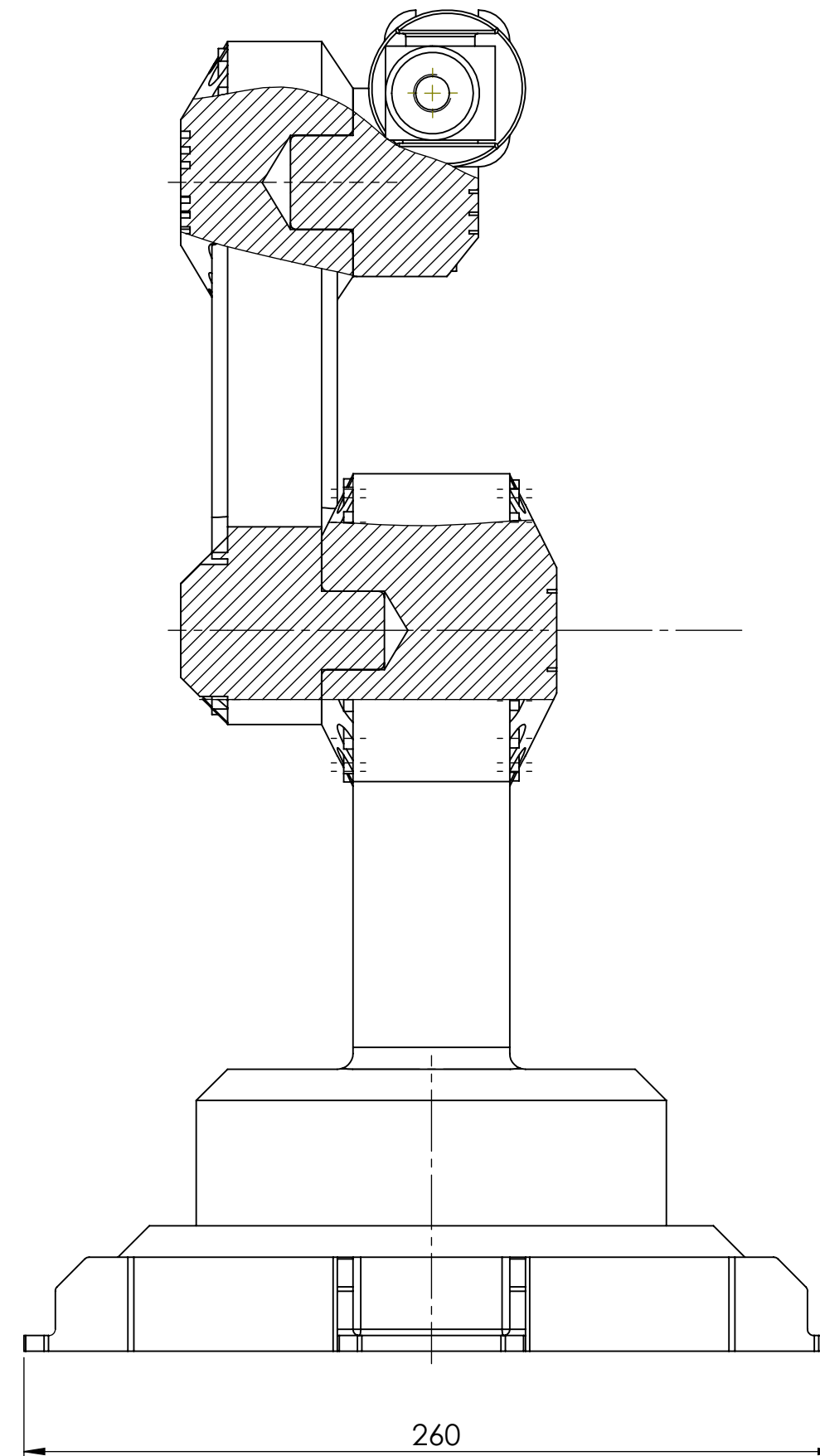
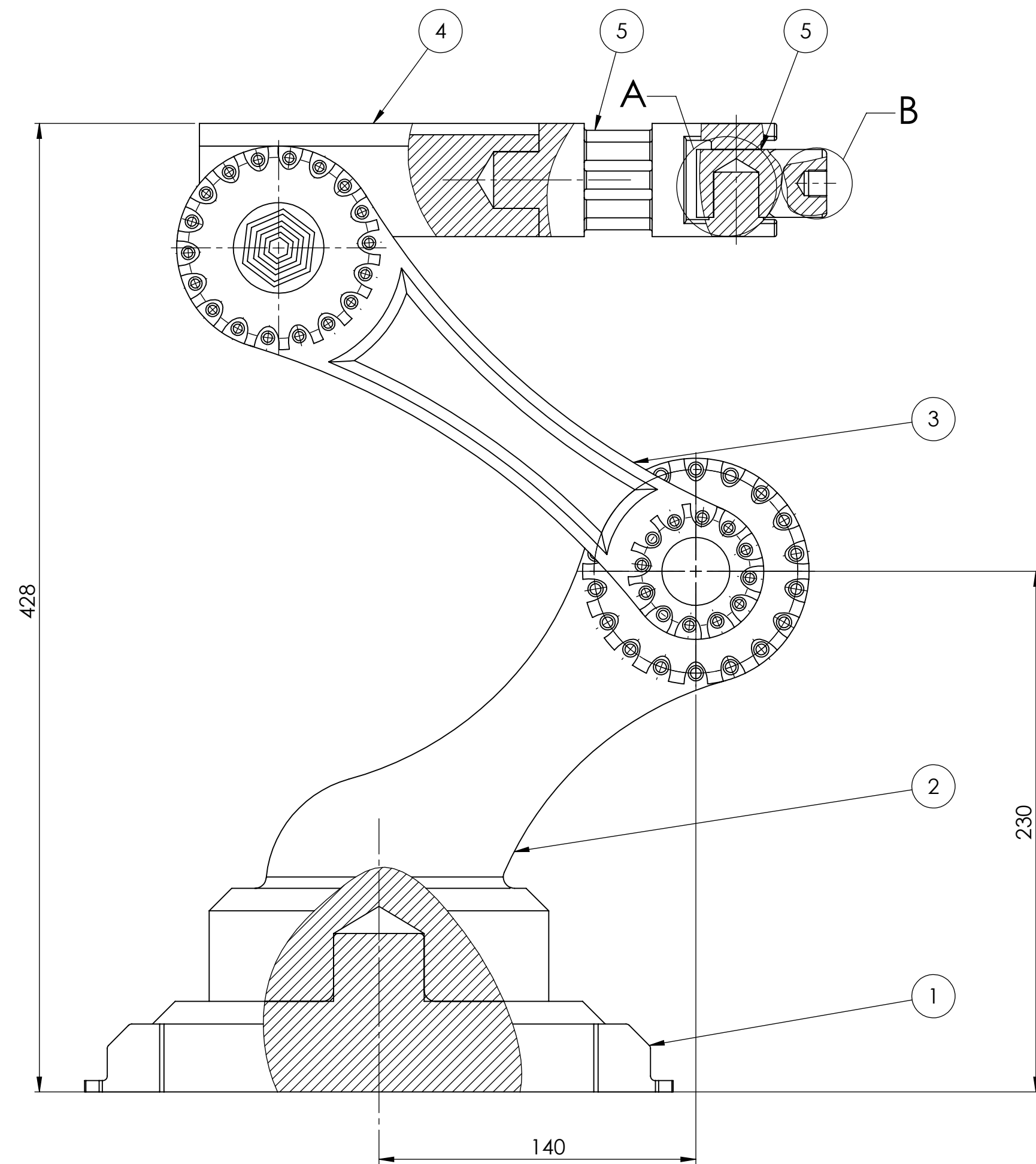
Литература

- [1] Поткоњак В., *Роботика*, Унивезитет у Београду, 1996.
- [2] Николић В., *Машински елементи*, Факултет инжењерских наука-Крагујевац, 2004.
- [3] Ивановић Л., Ерић М., *Техничко цртање са компјутерском графиком-практикум*, Факултет инжењерских наука-Крагујевац, 2015.
- [4] Поткоњак В., *Савремени роботи*, Техничка књига-Београд, 1986.
- [5] Б. Боровац, Г. Ђорђевић, М. Рашић, М. Раковић, *Индустријска роботика*, Факултет техничких наука-Нови Сад, 2007
- [6] S. Tickoo, *SOLIDWORKS 2015 for Designers*, 2015.
- [7] Милојевић З., Рацков М., Кузмановић С., Кнежевић И., Навалушић С., Ивановић Л., Вереш М., Марковић Б., *Израда конструкционе документације*, Факултет техничких наука - Нови Сад, 2015.

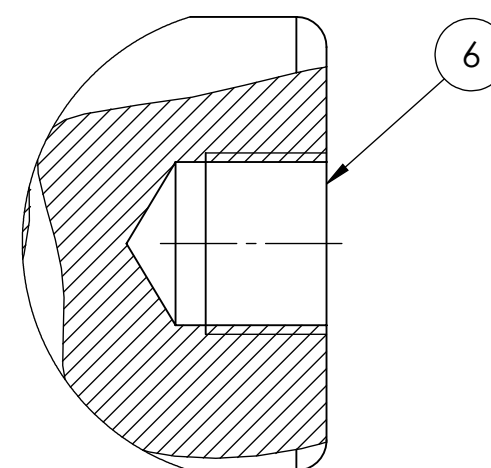


19	1	kom	Navojno vreteno	DIN standard	
18	4	kom	Vijak sa cilindričnom glavom	DIN standard	
17	8	kom	klinasti vijak 4	DIN standard	
16	8	kom	Klinasti vijak 3	DIN standard	
15	8	kom	Klinasti vijak 2	DIN standard	
14	4	kom	Klinasti vijak1	DIN standard	
13	8	kom	Poluga 2	H.A4.02.07	
12	1	kom	Poklopac	H.A4.02.06	
11	4	kom	Hvatač	H.A4.02.05	
10	4	kom	Viljuška	H.A4.02.04	
9	4	kom	Poluga 1	H.A4.02.03	
8	1	kom	Pokretni nosač	H.A4.02.02	
7	1	kom	Telo hvataljke	H.A3.02.01	
6	1	kom	Zglob ruke	R.A4.01.06	
5	1	kom	Nosač zgloba	R.A4.01.05	
4	1	kom	Nosač ruke 2	R.A3.01.04	
3	1	kom	Nosač ruke	R.A3.01.03	
2	1	kom	Telo ruke	R.A3.01.02	
1	1	kom	Postolje ruke	R.A4.01.01	
Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard - izabrane karakteristike	Primedba

				Masa 10,05kg		Razmera 1:2			
				Datum	Naziv: ROBOTSKA RUKA				
				Obrad.				Nikola Petrović	
								115/2015	
				Stand.					
				Odobr.					
					Oznaka: RR.A3.00 List: 1/3				
				FIN Kragujevac			L		
St.i.	Izmene		Datum	Ime	Izv. pod.		Zamena za:		

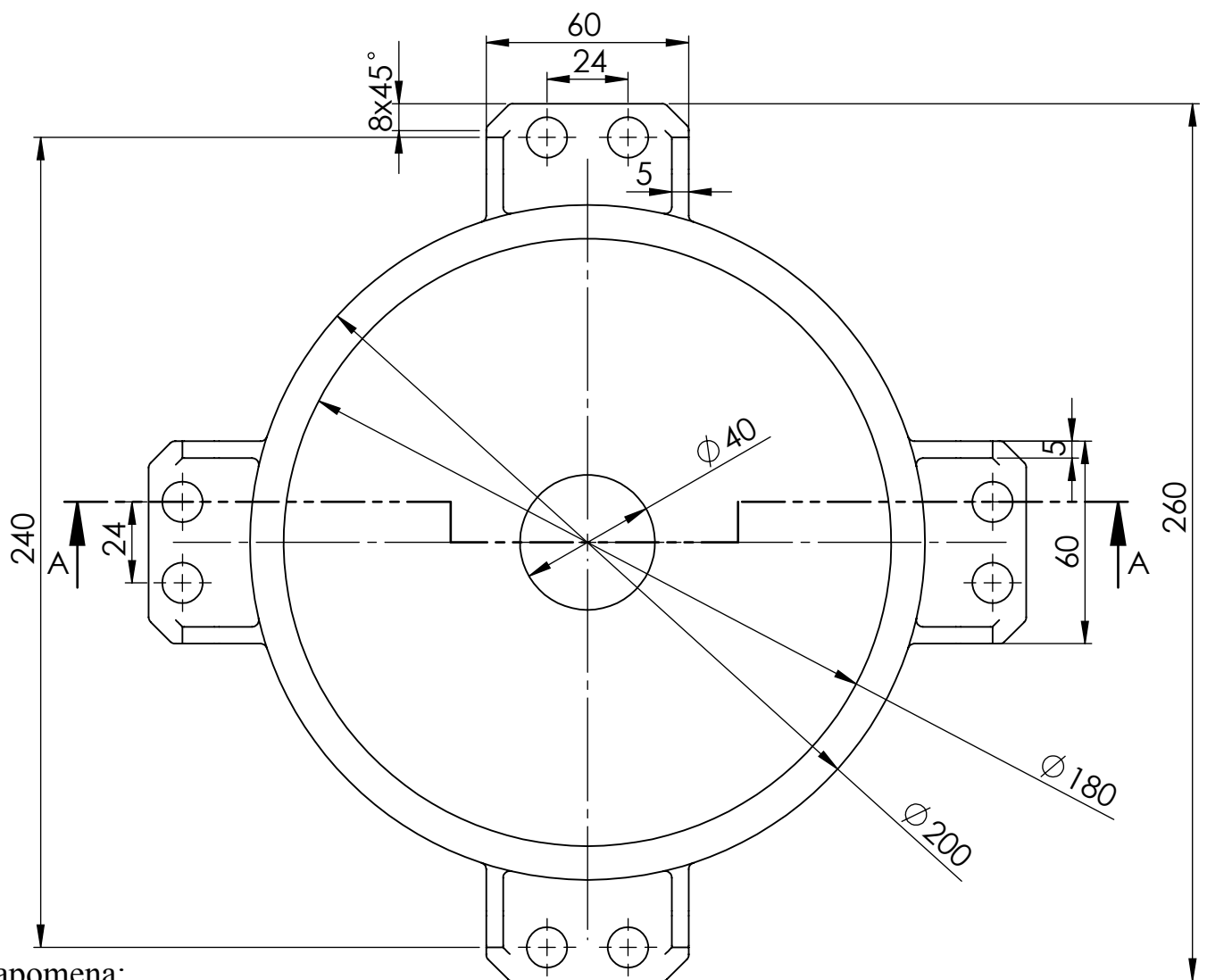


DETALJ A

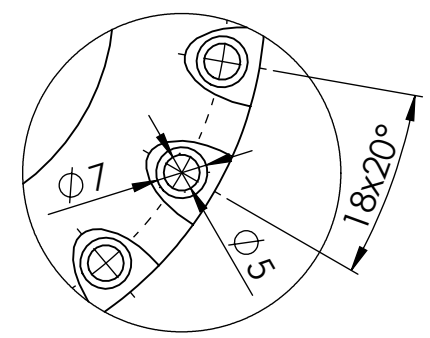
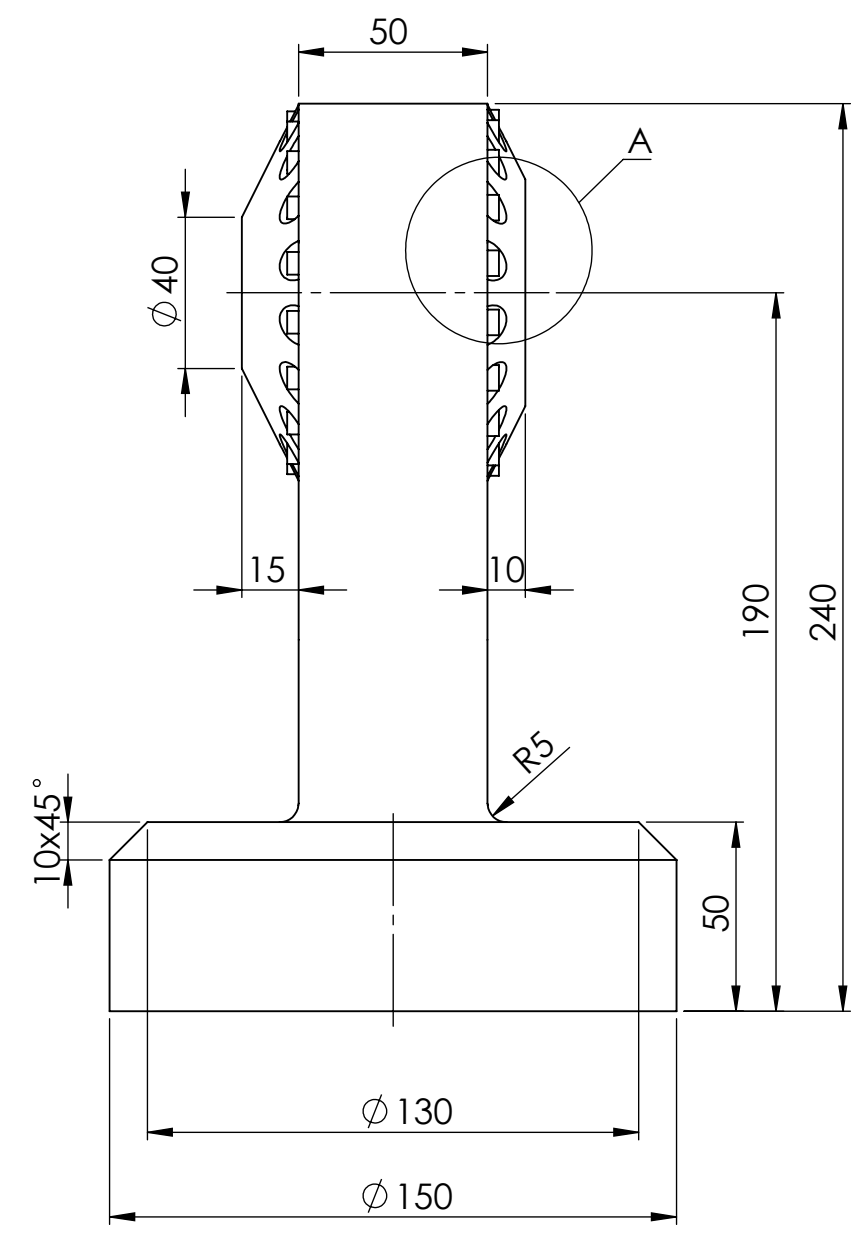
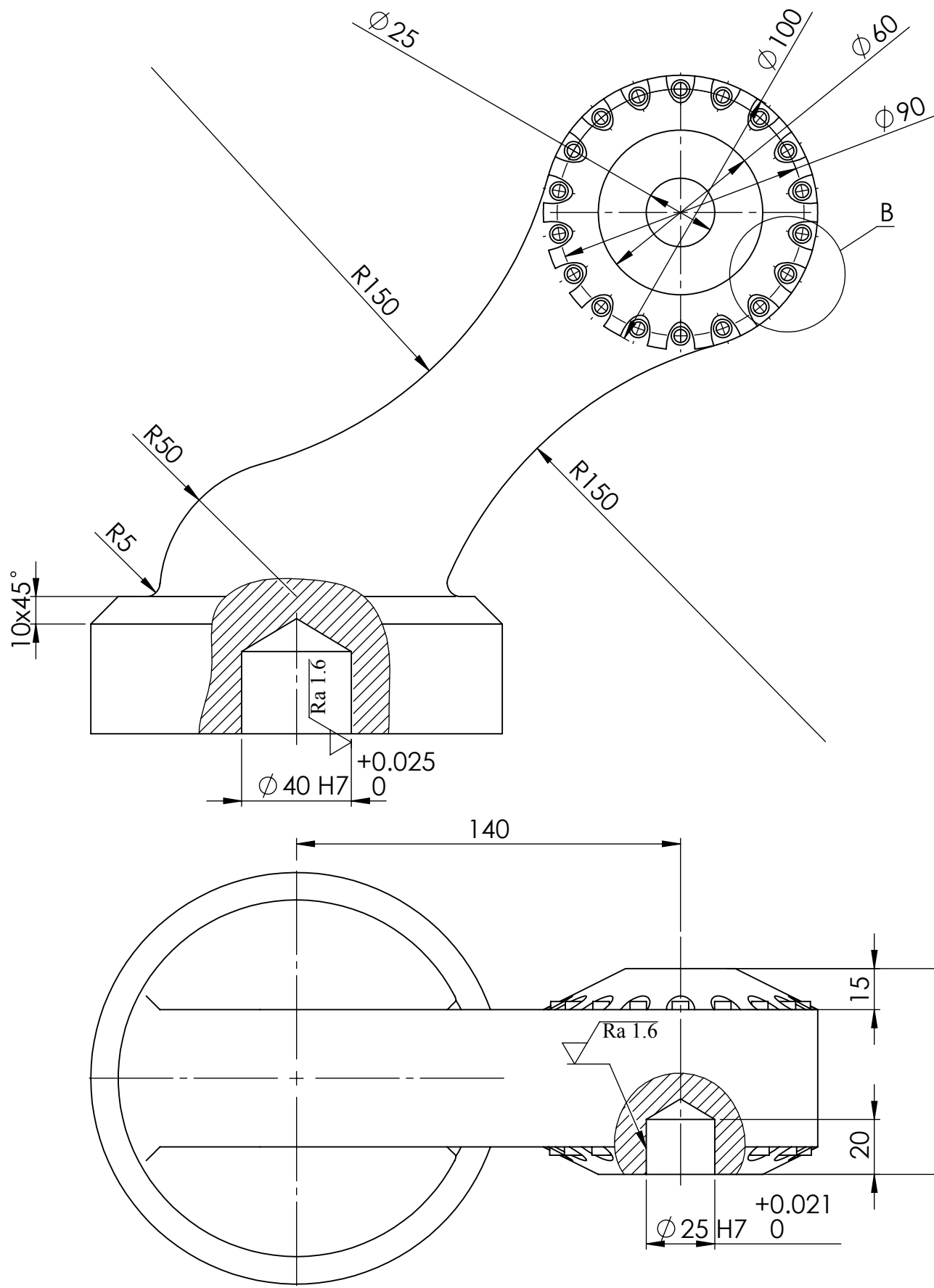


DETALJ B

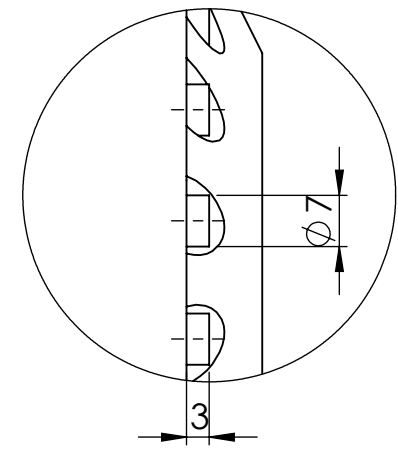
6	1	kom	Zglob ruke	R.A4.01.06	
5	1	kom	Nosač zgloba	R.A3.01.05	
4	1	kom	Nosač ruke 2	R.A3.01.04	
3	1	kom	Nosač ruke 1	R.A3.01.03	
2	1	kom	Telo ruke	R.A3.01.02	
1	1	kom	Postolje ruke	R.A4.01.01	
Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard - izabrane karakteristike	Primedba
				Masa 8,57 kg	Razmera 1:2
				Datum 28.10.2019	Naziv: RUKA
				Obrad. Nikola Petrović	
				115/2015	
				Stand. Odo.	
				FIN Kragujevac	Oznaka: R.A2.01
					List: 2/3
St.i	Izmene	Datum	Ime	Izv.pod. RR.A3.00	Zamena za:



		K.AISI9Mg				Masa: 0,58 kg	Razmera : 2:1
				Datum	28.10.2019	Naziv: POSTOLJE RUKE	
				Obrad.	Nikola Petrović		
					115/2015		
				Stand.			
				Odobr.			
				FIN Kragujevac		Oznaka:	R.A4.01.01 List: 1/6 L
St.i	Izmene	Datum	Ime	Izv.pod. R.A2.01		Zamena za:	

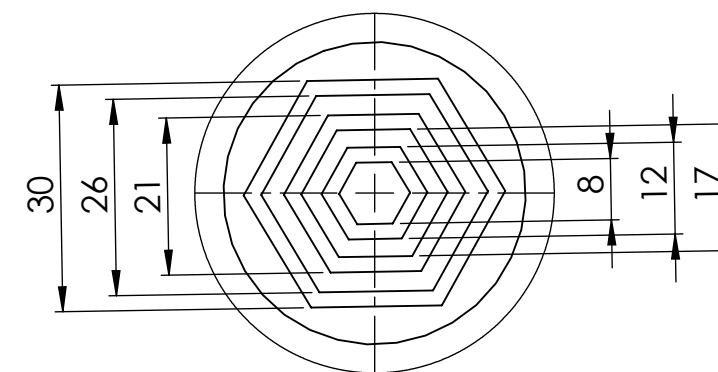
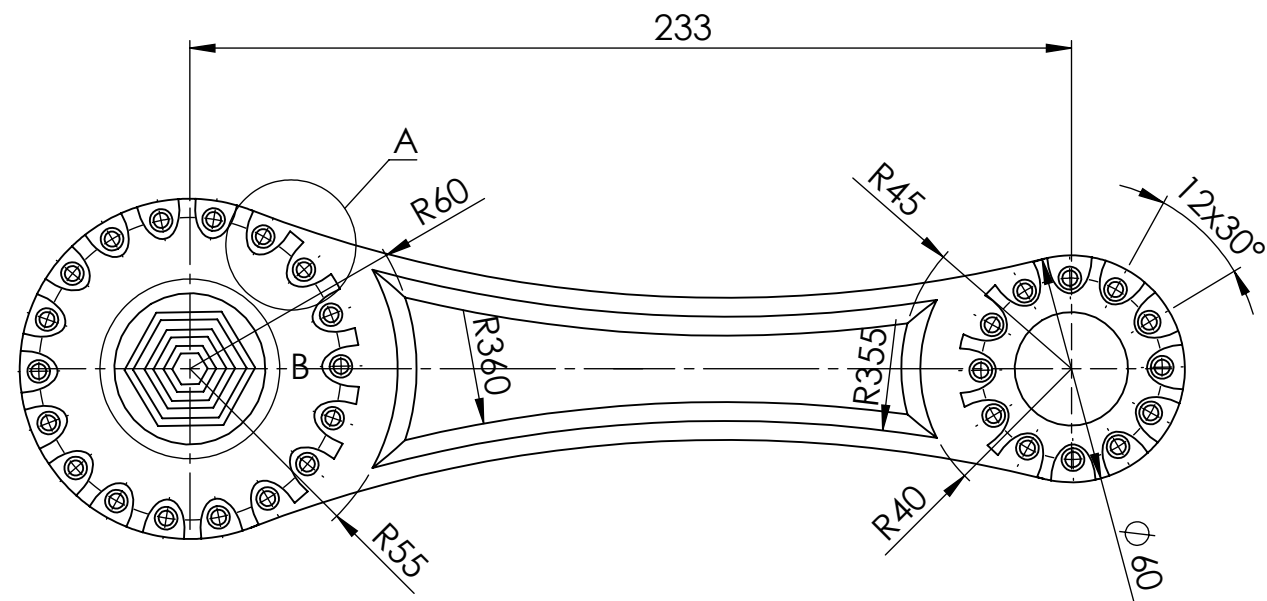


DETALJ B

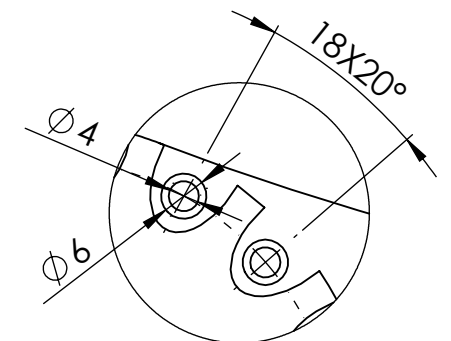


DETALJ A

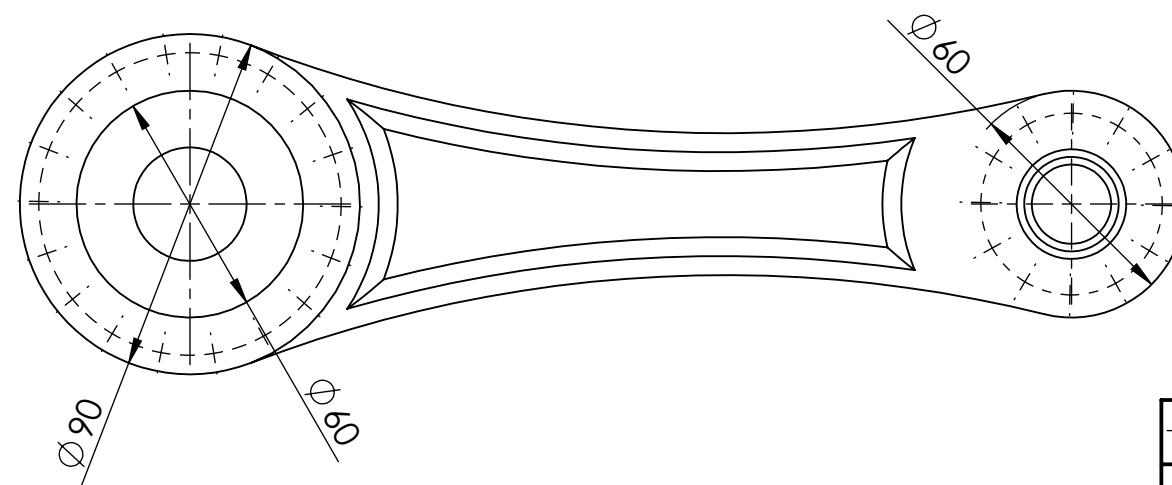
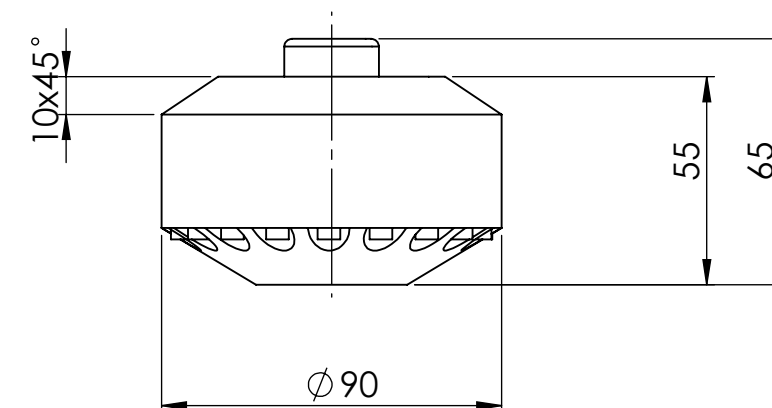
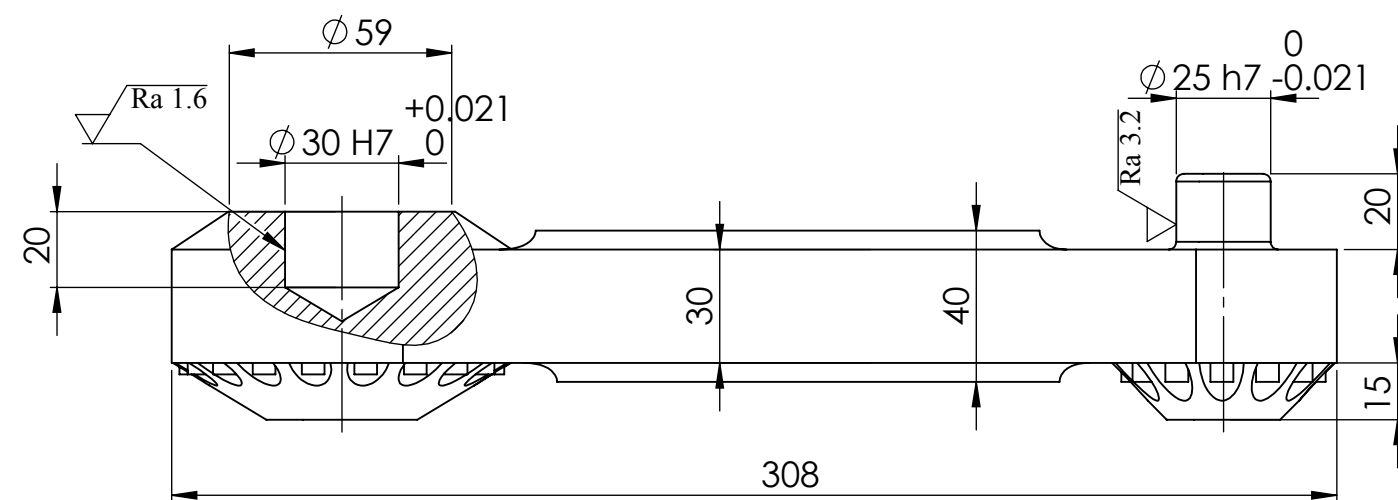
		K. AlSi9Mg						Masa 4,87 kg	Razmera 1:2	
					Datum	28.10.2019		Naziv: TELO RUKE		
					Obrad.	Nikola Petrović				
						115/2015				
					Stand.					
					Odobr.					
					FIN Kragujevac			Oznaka: R.A3.01.02		List: 2/6
St.i.	Izmene			Datum	Ime	Izv. pod. R.A2.01			Zamena za:	

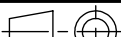


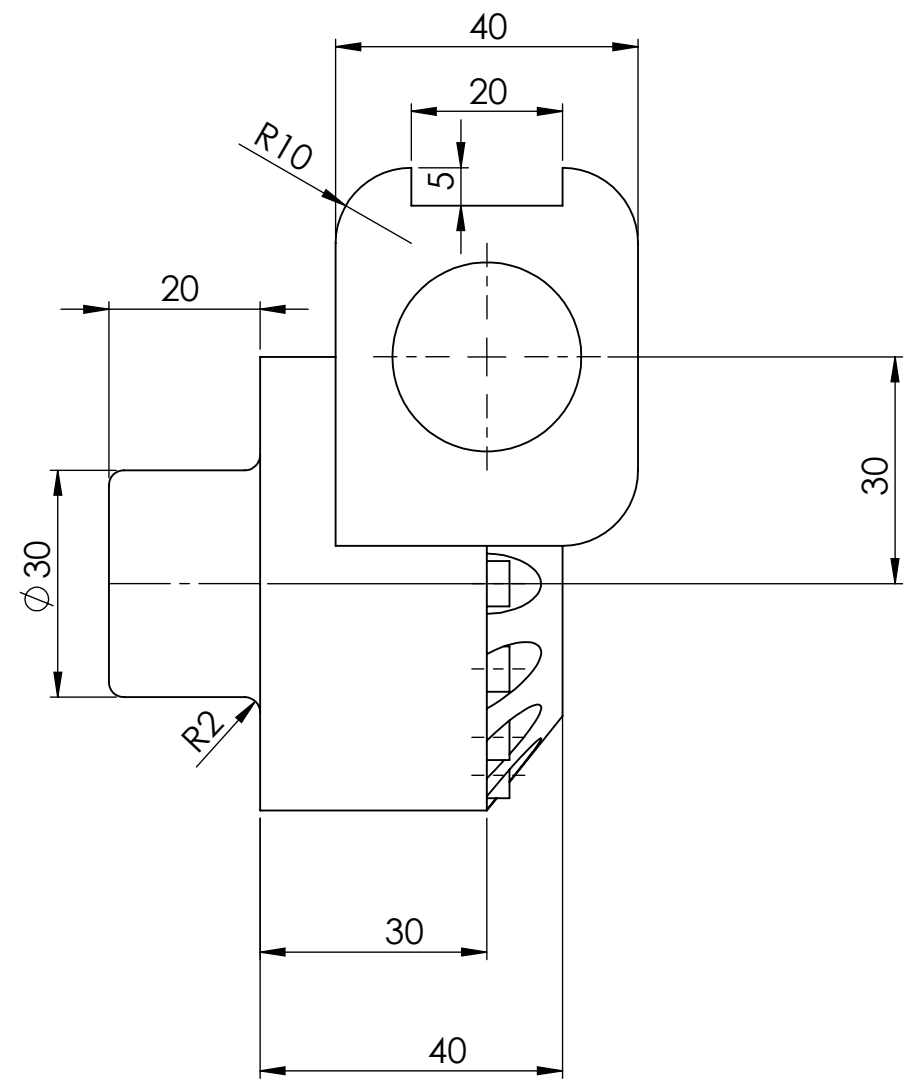
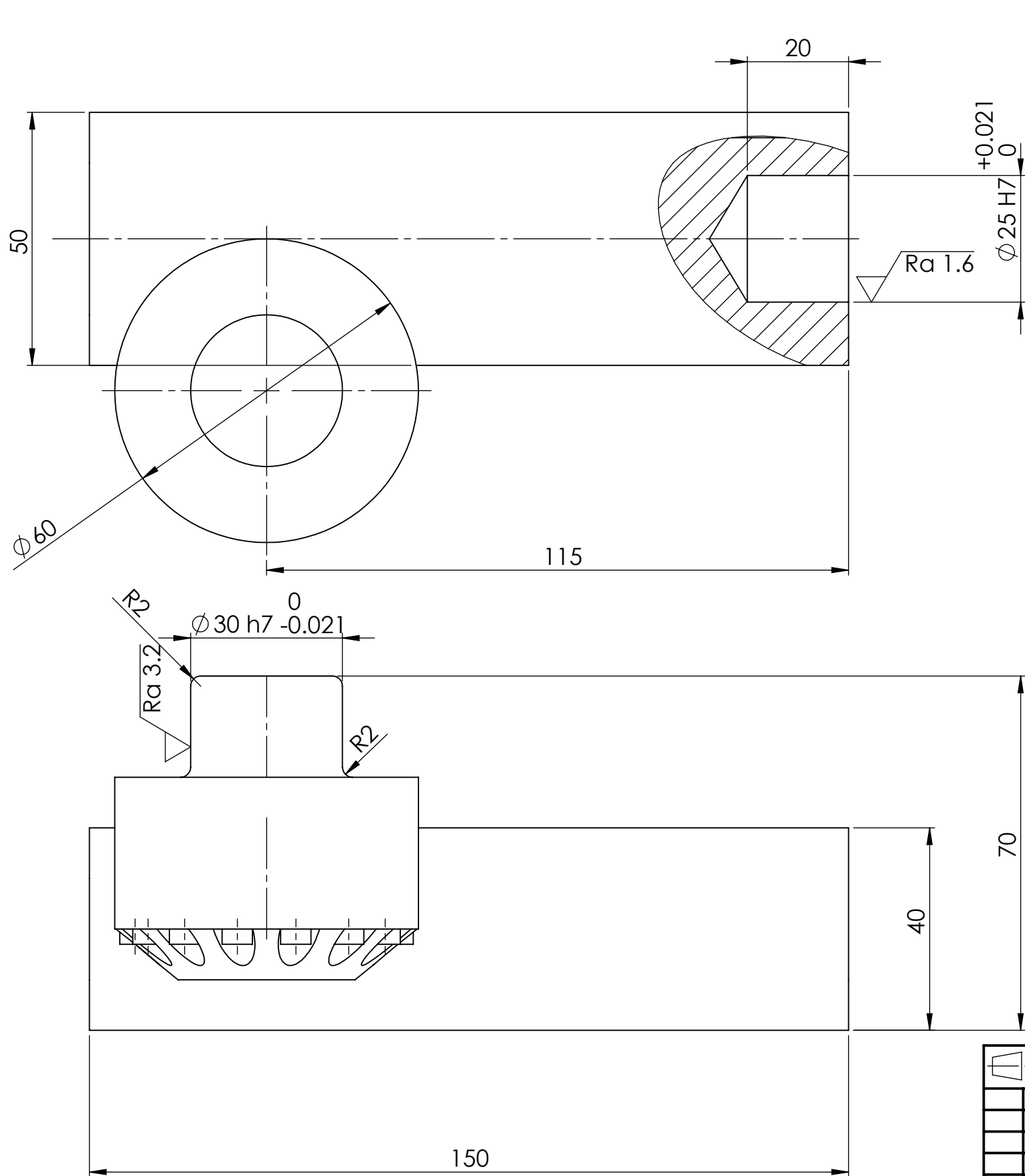
DETALJ B



DETALJ A

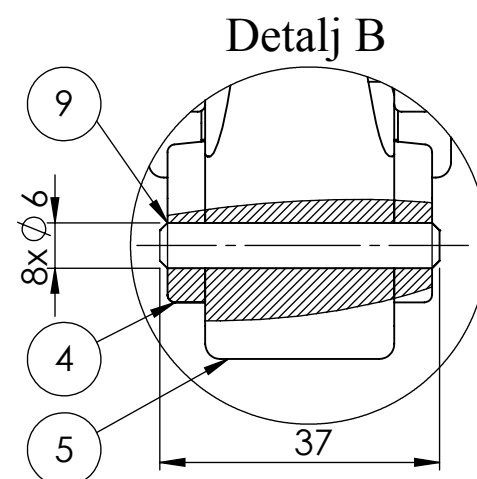
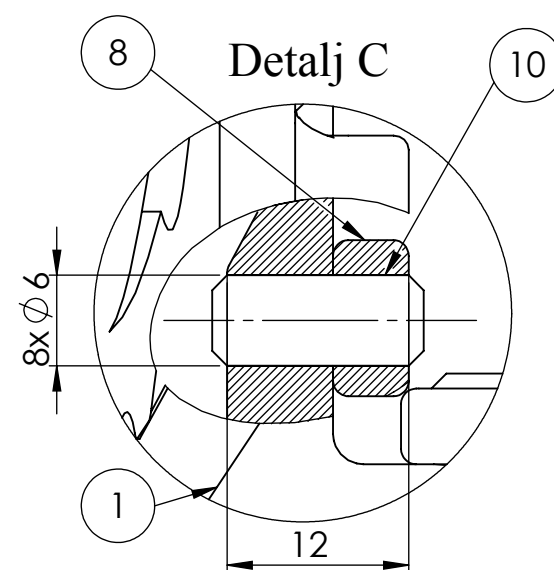
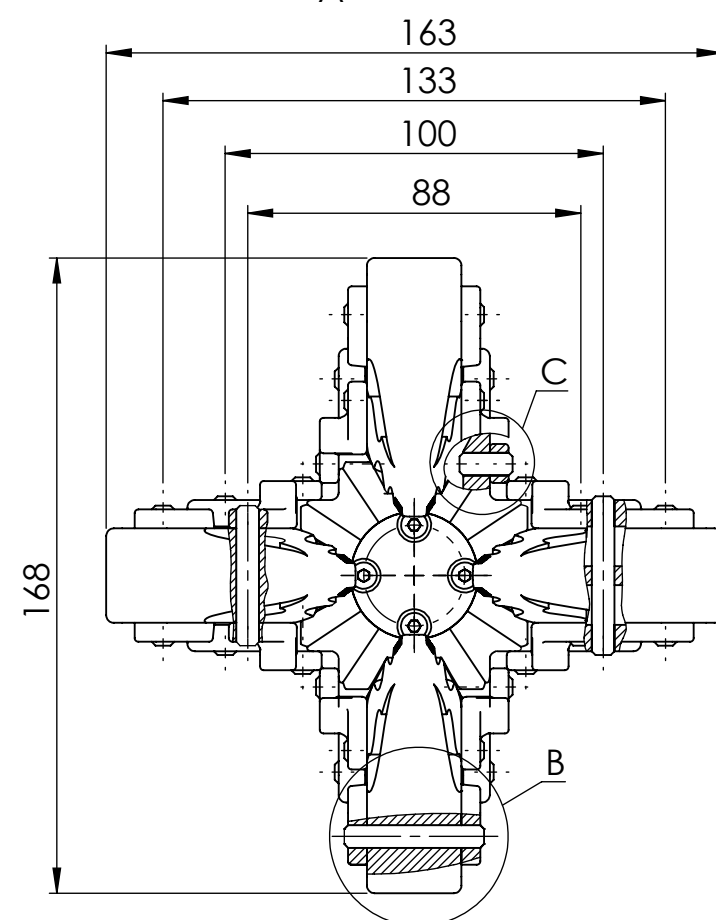


		K.AISI9Mg		Masa 1,74 kg		Razmera 1:2	
				Datum	28.10.2019	Naziv: NOSAČ RUKE 1	
				Obrad.	Nikola Petrović		
					115/2015		
				Stand.			
				Odobr.			
				FIN Kragujevac		Oznaka: R.A3.01.03	
						List: 3/6	
						L	
St.i.	Izmene	Datum	Ime	Izv. pod.R.A2.01		Zamena za:	

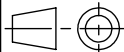


		K.AlSi9Mg						Masa 0,95 kg		Razmera 1:1			
				Datum	28.10.2019		Naziv: NOSAČ RUKE 2						
				Obrad.	Nikola Petrović								
					115/2015								
				Stand.									
				Odobr.									
				FIN Kragujevac			Oznaka: R.A3.01.04				List:		
											4/6		
							Izv. pod. R.A2.01				Zamena za:		L
St.i.	Izmene		Datum	Ime									

		K.AISI9Mg				Masa: 0,31 kg	Razmera : 1:1
				Datum	28.10.2019	Naziv: NOSAČ ZGLOBA	
				Obrad.	Nikola Petrović		
					115/2015		
				Stand.			
				Odobr.			
				FIN Kragujevac		Oznaka: R.A4.01.05	
						List: 5/6	
						L	
St.i	Izmene	Datum	Ime	Izv.pod. R.A2.01		Zamena za:	



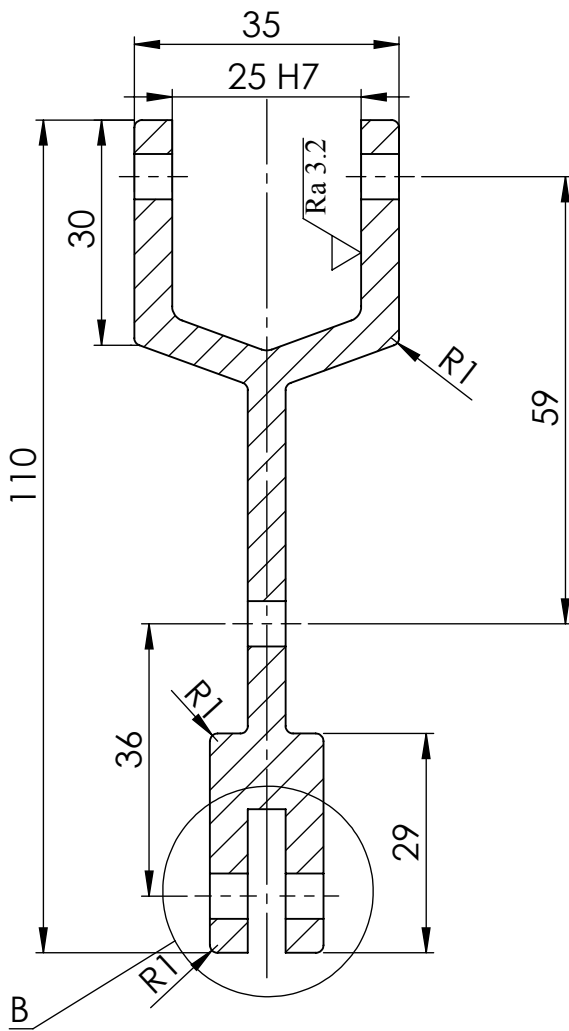
13	1	kom	Navojno vreteno	DIN standard	
12	4	kom	Vijak sa cilindričnom glavom	DIN standard	
11	8	kom	Klinasti vijak 4	DIN standard	
10	8	kom	Klinasti vijak 3	DIN standard	
9	8	kom	Klinasti vijak 2	DIN standard	
8	4	kom	Klinasti vijak 1	DIN standard	
7	8	kom	Poluga 2	H.A4.02.07	
6	1	kom	Poklopac	H.A4.02.06	
5	4	kom	Hvatač	H.A4.02.05	
4	4	kom	Viljuška	H.A4.02.04	
3	4	kom	Poluga 1	H.A4.02.03	
2	1	kom	Pokretni nosač	H.A4.02.02	
1	1	kom	Telo hvataljke	H.A3.02.01	

Poz.	Kol.	Jm.	Naziv			Standard - izabrane karakteristike			Primedba		
							Masa 1,48 kg		Razmera 1:2		
				Datum	28.10.2019		Naziv: HVATALJKA				
				Obrad.	Nikola Petrović						
					115/2015						
				Stand.							
				Odobr.							
							Oznaka: H.A3.02				
				FIN Kragujevac			List: 3/3				
							L				
St.i.	Izmene		Datum	Ime	Izv. pod. RR.A3.00			Zamena za:			

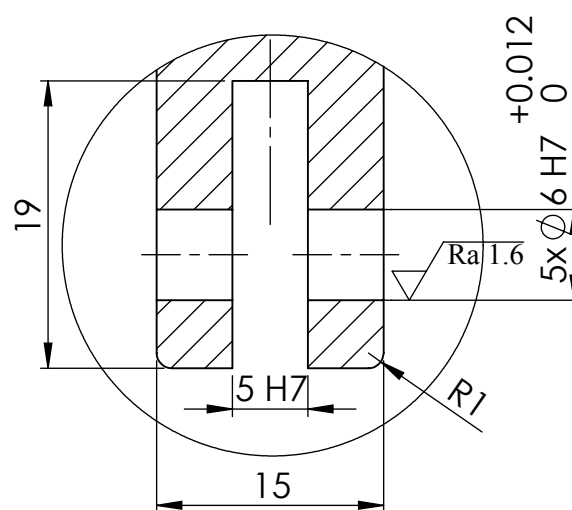
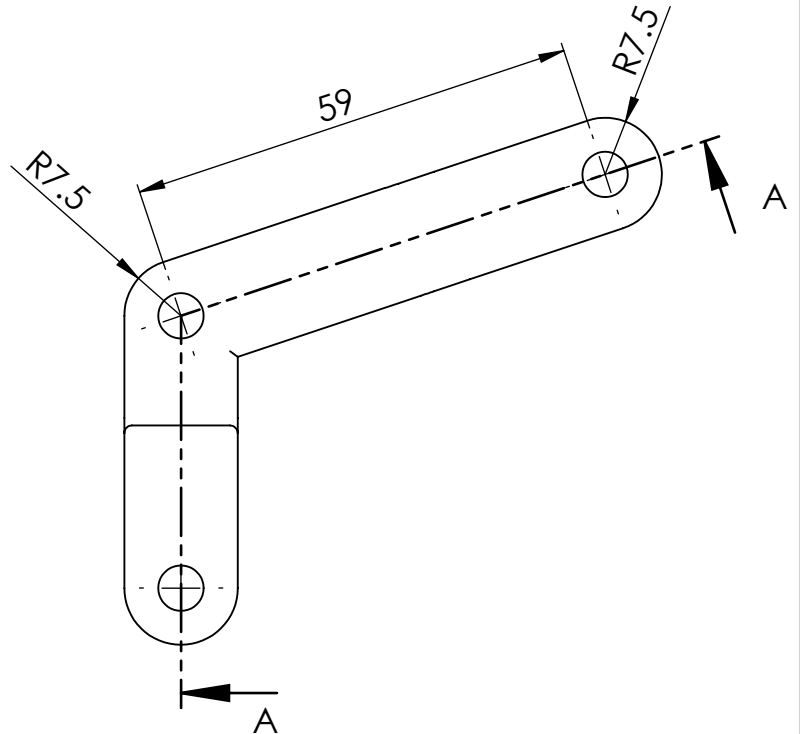


		K. AlSi9Mg				Masa: 0,0395 kg		Razmera : 2:1	
				Datum		28.10.2019	Naziv: POKRETNi NOSAČ		
				Obrad.		Nikola Petrović			
						115/2015			
				Stand.					
				Odobr.					
				FIN Kragujevac			Oznaka: H.A4.02.02		List: 2/7
St.i	Izmene	Datum	Ime	Izv.pod. H.A3.02			Zamena za:		

$\sqrt{\text{Ra } 6.3}$ / $\sqrt{\text{Ra } 1.6}$ / $\sqrt{\text{Ra } 3.2}$



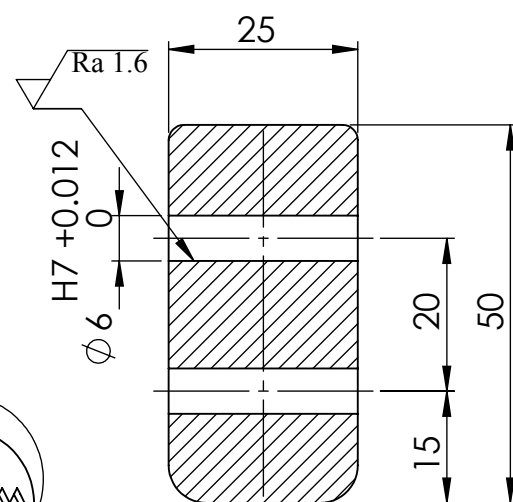
PRESEK A-A



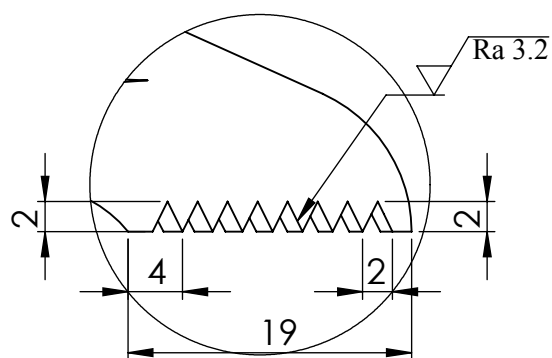
DETALJ B

		K. AlSi9Mg				Masa: 0,0371 kg		Razmera : 1:1				
				Datum		28.10.2019	Naziv: VILJUŠKA					
				Obrad.		Nikola Petrović						
						115/2015						
				Stand.								
				Odobr.								
				FIN Kragujevac			Oznaka: H.A4.02.04		List:	4/7		
									L			
St.i	Izmene	Datum	Ime				Izv.pod. H.A3.02		Zamena za:			

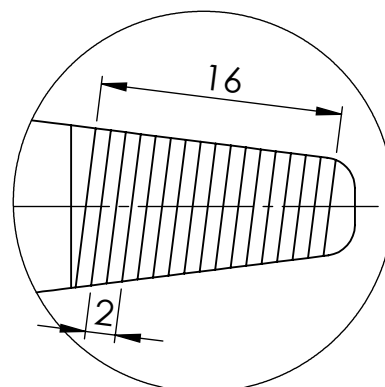
 Ra 3.2



PRESEK A-A



DETALJ C

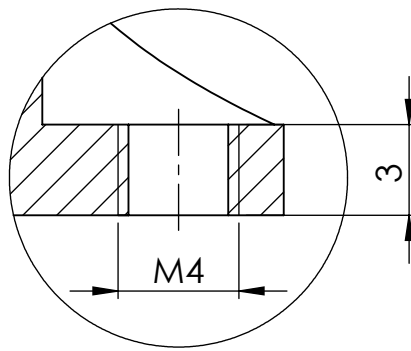


DETALJ B

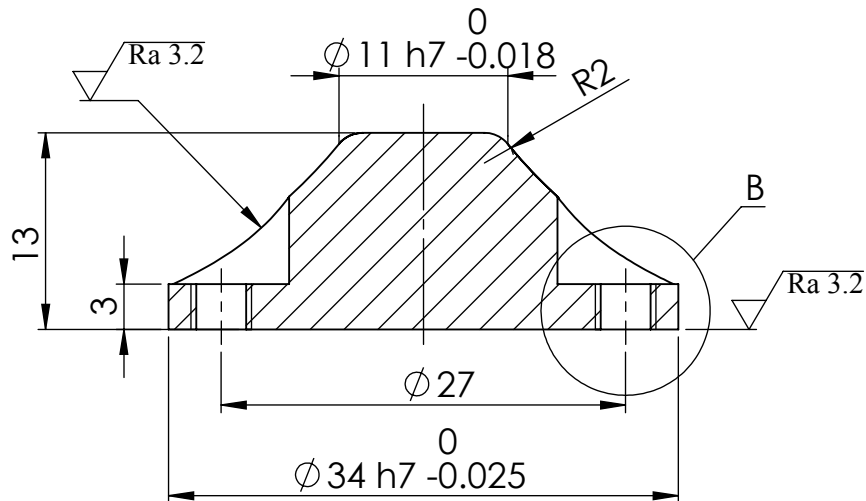
		K. AlSi9Mg						Masa: 0,146 kg		Razmera : 1:1	
				Datum		28.10.2019	Naziv: HVATAČ				
				Obrad.		Nikola Petrović					
						115/2015					
				Stand.							
				Odobr.			Oznaka: H.A4.02.05				
				FIN Kragujevac							
St.i	Izmene	Datum	Ime				Izv.pod. H.A3.02		Zamena za:		

Ra 6.3

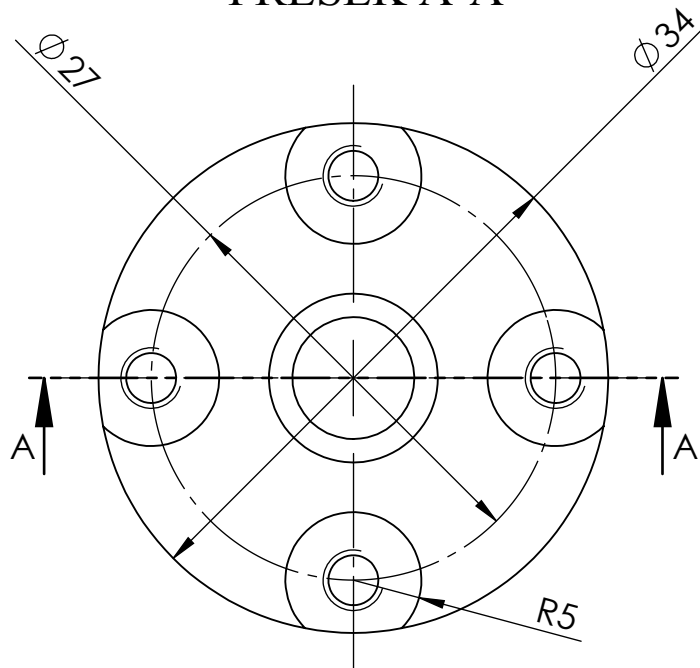
Ra 3.2



DETALJ B



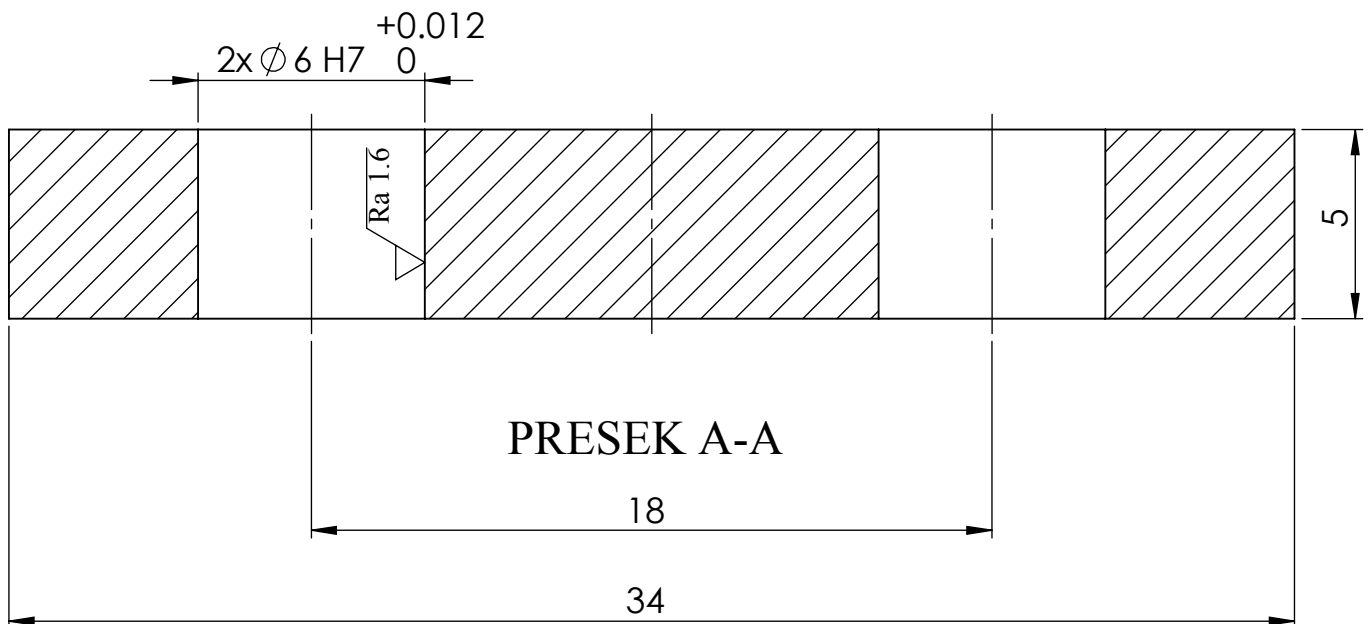
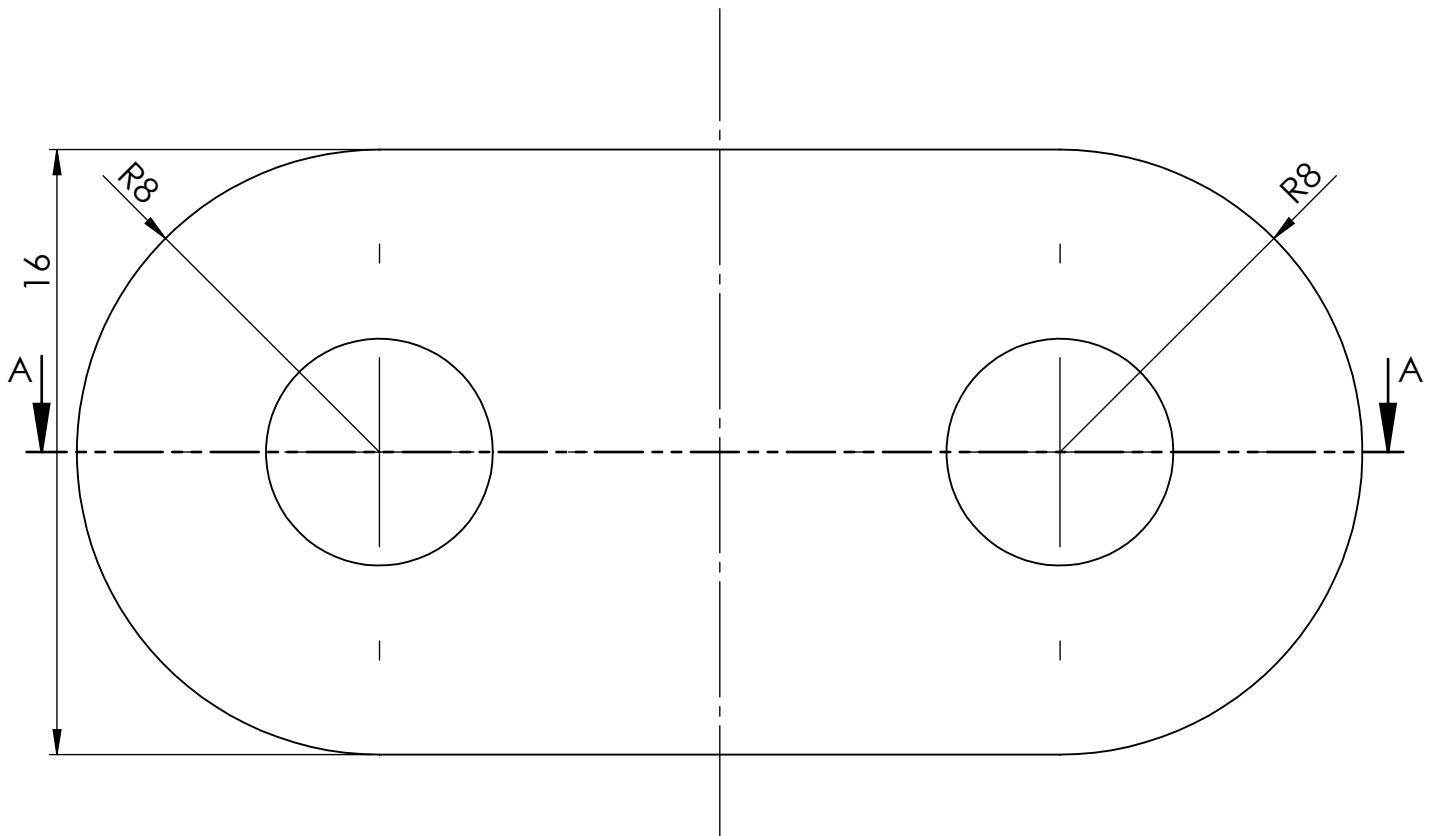
PRESEK A-A



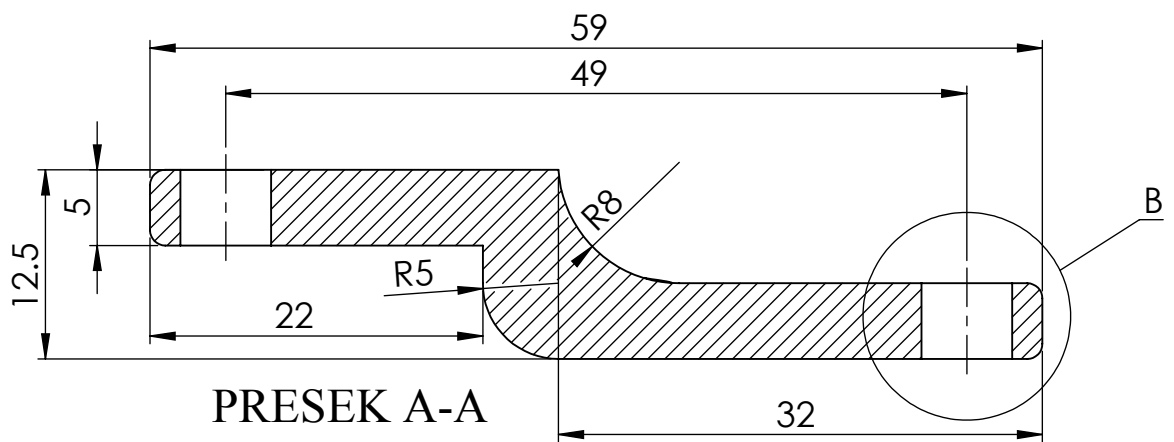
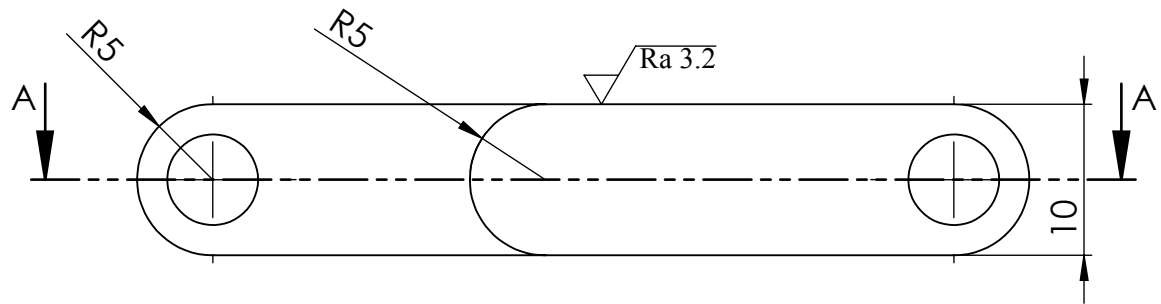
		K.AlSi9Mg					Masa: 0,0056 kg		Razmera : 2:1		
				Datum		28.10.2019	Naziv: POKLOPAC				
				Obrad.		Nikola Petrović					
						115/2015					
				Stand.							
				Odobr.			Oznaka: H.A4.02.06				
				FIN Kragujevac							
St.i	Izmene	Datum	Ime				Izv.pod. H.A3.02		Zamena za:		
									List: 6/7		
									L		

$\sqrt{Ra\ 6.3}$

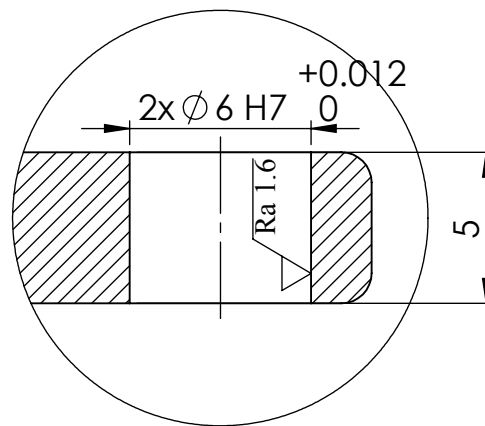
$\sqrt{Ra\ 1.6}$



		K.AlSi9Mg					Masa: 0,0058 kg		Razmera : 5:1				
				Datum		28.10.2019	Naziv: POLUGA 1						
				Obrad.		Nikola Petrović							
						115/2015							
				Stand.									
				Odobr.									
				FIN Kragujevac			Oznaka: H.A4.02.03				List: 3/7		
											L		
St.i	Izmene	Datum	Ime				Izv.pod. H.A3.02			Zamena za:			



PRESEK A-A



DETALJ B

		K. AlSi9Mg					Masa: 0,0078 kg		Razmera : 2:1		
				Datum		28.10.2019	Naziv: POLUGA 2				
				Obrad.		Nikola Petrović					
						115/2015					
				Stand.							
				Odobr.			Oznaka: H.A4.02.07				
				FIN Kragujevac							
St.i	Izmene	Datum	Ime				Izv.pod. H.A3.02		Zamena za:		
									List: 7/7		
									L		