

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**

Јована С. Васић

**Израда конструкционе документације
Стирлинговог мотора
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: Техничко цртање са компјутерском графиком
Број индекса: 21/2016

Јована С. Васић
Израда конструкционе документације
Стирлинговог мотора
завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Лозица Ивановић - ментор
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- Изврши преглед и опис конструкционе и техничке документације
- Изврши преглед и опис елемената Стирлинговог мотора
- Изврши моделирање машинског склопа – Стирлинговог мотора
- Изврши опис саставнице и поделу исте
- Генерише конструкциону документацију машинског склопа – Стирлинговог мотора

Препоручена литература:

- I. Ивановић Л., Ерић М.: Техничко цртање са компјутерском графиком – Практикум, ФИН, Крагујевац, 2015.
- II. Ивановић Л., Техничко цртање са компјутерском графиком, ауторизована предавања (скрипта), 2008.
- III. Марјановић Н., Основе 3D моделирања у САД софтверима, Крагујевац 2014.
- IV. Милојевић З., Рацков М., Кузмановић С., Кнежевић И., Навалушић С., Ивановић Л., Вереш М., Марковић Б.: Израда конструкционе документације, ФТН, Нови Сад, 2015.

Крагујевац, 2019.

Ментор:

Др Лозица Ивановић, редовни професор

Садржај:

Увод	1
1. Увод у конструисање	3
2. Техничка документација	4
3. Конструкциона документација	5
3.1. Израда конструкционе документације	5
4. Стирлингов мотор	7
4.1. Функционални делови Стирлиновог мотора.....	7
4.1.1. Грејач.....	8
4.1.2. Вођица – Измењивач топлоте	8
4.1.3. Расхладни цилиндар.....	8
4.2. Подела Стирлинговог мотора.....	8
4.3. Предност Стирлинговог мотора.....	9
4.4. Недостаци Стирлинговог мотора	10
4.5. Примена Стирлинговог мотора	10
5. Процес формирања 3D модела склопа.....	11
5.1. Процес формирања делова скопа.....	11
5.2. Процес формирања склопа	13
6. Конструкциона документација Стирлинговог мотора	17
7. Заглавље и саставница.....	19
7.1. Заглавље	19
7.2. Саставница	20
7.3. Позициони бројеви	23
3D модел Стирлинговог мотора.....	52
Закључак.....	53
Литература.....	54

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

Васић Јована, 21/2016

Резиме:

Кроз дати завршни рад извршио се опис конструкционе документације. Дат је пример једне детаљно урађене конструкционе документације за један машински склоп – Стирлингов мотор у одређеном софтверу – CATIA-и. Дат је детаљан опис самог машинског склопа, његове предности и мане, подела и објашњење зашто је изабран баш тај склоп. Описана је саставница, њена подела и приказан је начин њеног попуњавања. Дат је опис самог софтвера, приказ самог моделирања, склапања и израда документације у њему и објашњење зашто се документација радила баш у овом софтверу.

Кључне речи: Конструкциона документација, техничка документација, Стирлингов мотор, 3D модел

Abstract:

Through the given final work, a description of the structural documentation was made. An example of one detailed construction documentation for one machine assembly - a Stirling engine in a particular software - CATIA is given. A detailed description of the machine assembly itself is given, its advantages and disadvantages, its division and an explanation of why it was chosen. A description of the software itself, an outline of the modeling itself, the compilation and production of documentation in it and an explanation of why the documentation was done in this software.

Keywords: Structural documentation, Technical documentation, Stirling engine, 3D model

Увод

Сам процес настанка неког машинског склопа условљен је његовом наменом, док је намена условљена потребом тржишта. Када се зна намена машинског склопа следи низ фаза које представљају процес настанка. Знање и искуство врше највећи утицај при одлучивању најбољег, најефикаснијег и најекономичнијег начина настанка машинског склопа, како тржиште захтева. Прва фаза након одређивања намене машинског склопа јесте идејни приказ истог. Идејни приказ састоји се од низа скица и цртежа све док се не добије најидеалнији пример који ће објаснити сам циљ идеје. Како се сваки машински склоп састоји од више елемената и делова, како окретних тако и статичних, тако се и идејни приказ одрађује за сваки део посебно и за целокупни склоп који настаје када се засебни елементи међусобно повезују.

Конструктор је особа која је задужена да сам процес настанка буде што квалитетнији. Наиме, он је тај који је задужен да при стварању идеје узме у обзир све захтеве коју једна конструкција мора да задовољи као и све захтеве који задовољавају тржиште. Конструктор прати сваку фазу при стварању машинског склопа и врши корекције, уколико су потребне.

Фазе које представљају настајање једног машинског склопа:

- Испитивање производа – Истраживање тржишта и захтева конструкције
- Пројектовање производа – Проналажење најбољег решења, вршење прорачуна и израда идејног приказа
- Конструисање производа – Израда детаљне конструкционе документације целокупног склопа, подсклопова, засебних елемената и радионичких цртежа
- Завршно испитивање производа – Одређена испитивања која показују понашање машинског склопа у експлоатацији [1]

Израда конструкционе документације неког производа представља изузетно битну фазу. Сама конструкциона документација представља једну врсту комуникације између конструктора и инжењера свих сектора који су ангажовани при изради производа. При изради конструкционе документације битно је водити рачуна о стандардима, прописима, толеранцијама који су најбитнији при комуникацији. За израду конструкционе документације неопходна су знања из следећих области:

- Нацртне геометрије - теоријска основа по којој се израђује техничко цртање
- Техничког цртања - израда техничког цртежа, читање техничког цртежа у ортогоналним пројекцијама и просторном приказу
- Компјутерске графике - израда модела једног дела или склопа и приказ техничког цртежа кроз софтвере који су намењени за то [2]

Циљ овог рада јесте израда целокупне конструкционе документације машинског склопа – Стирлинговог мотора. Дат машински склоп представљен је кроз конструкциону документацију у виду макете која се израђује због саме провере стабилности рада и функционисања неког производа пре његове коначне производње. Конструкциона документација се приказује детаљно уз израду 3D модела у једном од CAD софтвера – CATIA-и. Уз то описана је сама техничка и конструкциона документација, као и

машински склоп – Стирлингов мотор и софтвер у коме се израдио модел скопа. Све то одрађено је да би се што боље представио начин комуникације и разумевања између инжењера при стварању одређеног производа како би сам тај производ био што квалитетнији, чиме се огледа и квалитет инжењера, производног сектора, целе фирме а самим тим и индустрије.

1. Увод у конструисање

Конструисање је процес трансформације идеје за нови производ у пројекат који представља скуп информација за израду и експлоатацију. Полазна идеја се развија, корак по корак, до комплексног нивоа у виду пројекта. Конструисање представља процес у ком се идеје трансформишу у реализацију прорачунима, анализама симулацијама, графичким приказивањима и тд. У стваралачком процесу једног производа конструисање је прва фаза, затим следи фаза израде и експлоатације, што је приказано сликом 1.



Слика 1: Фазе стварања производа[3]

Нови производ се развија првенствено за потребе тржишта те су те информације врло значајне. Конструкционо решење треба да је замишљено тако да се може реализовати на технолошко прихватљив начин. То условљава потребу за блиском споном процеса конструисања са процесом израде. То су углавном подаци о радним условима и о потребама корисника. Фактори који утичу на стварање производа приказани су сликом 2.



Слика 2: Фактори који утичу на стварање производа[3]

С обзиром на то да конструисање представља процес то значи да се у том процесу знања и подаци трансформишу из једног у друго стање, поступно, корак по корак до уобличавања у технички систем. Тај систем је дефинисан својом функцијом, структуром и понашањем.

Конструисање је подручје људске делатности које омогућава да се достигнути ниво знања и технологије трансформише у производ и кроз производњу омогући друштвени развој. Као закључак целокупног рада у конструктивној фази настаје конструкциона документација која представља кључ комуникације за саму израду производа и за његову експлоатацију [3].

2. Техничка документација

Техничка документација представља резултат пројектовања коју сачињава више докумената:

- Цртежи делова
- Цртеж машинског склопа
- Цртеж општег изгледа
- Саставница
- Габаритни цртеж
- Цртеж уградње
- Експанзиони цртежи
- Табеле
- Шеме
- Све врсте упутства за експлоатацију, рад и одржавање машинског склопа

Цртеж делова (радионички цртеж) је основни документ којим је дат графички приказ машинског дела, његов облик, димензије, карактеристике, опис, материјал, толеранције, квалитет обраде и сви други потребни подаци за израду и контролу.

Цртеж машинског склопа (склопни цртеж) је документ којим је дат графички приказ склопа и сви други подаци везани за склапање делова у склоп и његову контролу.

Цртеж општег изгледа је документ којим је приказан изглед производа, узајамно дејство компонената и објашњен принцип његовог рада.

Саставница (спецификација) је документ којим је дат списак свих делова који сачињавају један склоп. Пример саставнице може се видети на слици 3.

Габаритни цртеж је документ којим је дат упрошћен приказ контуре производа са габаритним и прикључним димензијама.

Цртеж уградње је документ којим је дат упрошћен приказ контура производа и сви потребни подаци за уградњу.

Табела је део документације која садржи одговарајуће податке машинских делова и склопова у табеларном облику. Табела је саставни део сваког цртежа и може се видети на сликама 3 и 4.

Шема представља документ у ком су упрошћено приказане саставне компоненете склопа и веза између њих.

Експанзиони цртежи су цртежи којима су визуелно приказани сви делови у растављеном стању и служи за то да свако може да види саставне делове склопа.

Упутства су документи којима су дата сва потребна објашњења везана за производ као што су упутства за надзор, одржавање, експлоатацију, рад и рекламацију [4].

3. Конструкциона документација

Скуп цртежа који прате склоп (цртеж главног склопа, подсклопова и машинских делова) представљају његову конструкциону документацију. За разраду конструкционе документације склопа примењују се стандарди и принципи техничког цртања. Пре израде пратећих техничких цртежа склопа потребно је да се утврди:

- какву функцију има склоп
- каква је улога појединих делова склопа у току рада
- у каквој су међусобној вези поједини делови склопа
- облик и мере појединих делова склопа
- материјал од кога су поједини делови израђени [4]

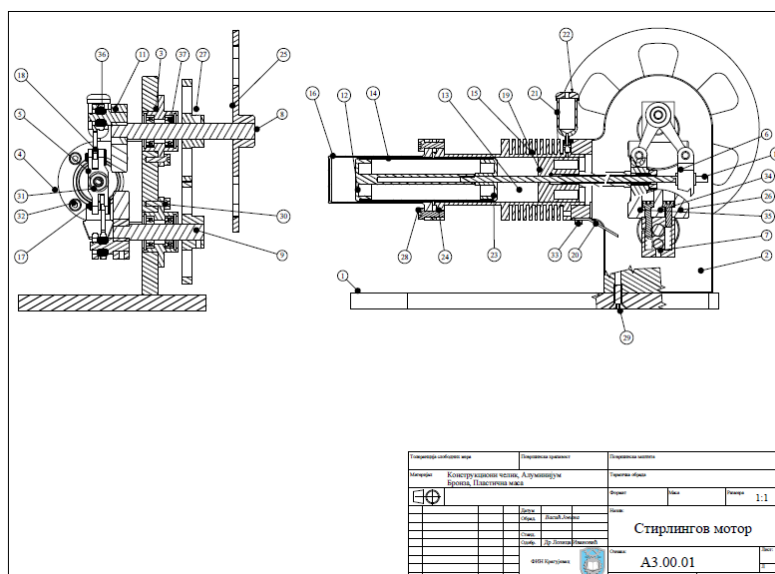
3.1. Израда конструкционе документације

Конструкциона документација са посебним цртежима се чешће примењује јер представља разрађену конструкциону документацију неког склопа која се састоји од:

- цртежа главног склопа
- цртежа склопова и подсклопова
- радионичких цртежа делова

Сваки саставни део склопа (појединачни део или комплетан подсклоп који се у склоп уграђују као претходно формирана целина) има свој посебан цртеж који се разврстава према позицији означеној у саставници склопног цртежа према броју цртежа. Међутим, треба нагласити да се стандардизовани делови не цртају већ се приликом попуњавања саставнице само назначе стандарди којима се они дефинишу.

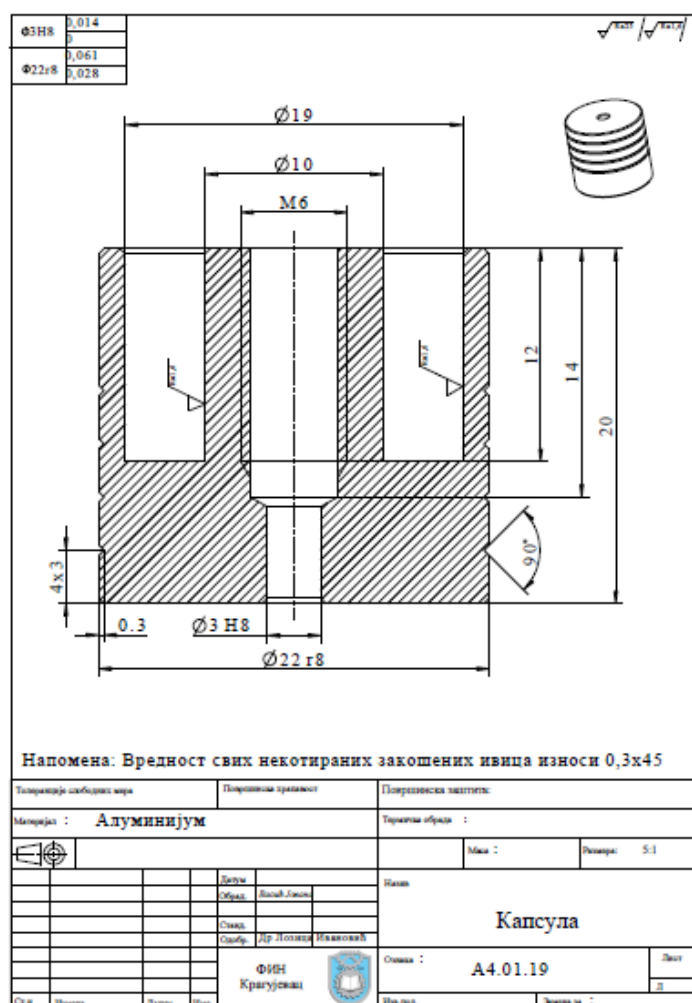
Цртеж главног склопа приказује склоп целокупног производа и треба да да појам о његовој функцији и да истовремено буде основа за правилно монтирање. Он треба да поседује потребан број пројекција са пресецима који откривају све потребне детаље. На том цртежу се дају габаритне мере целокупног склопа. Заглавље садржи саставницу са неопходним позицијама и бројевима цртежа склопова, подсклопова и делова. Цртеж главног склопа може се видети на слици 3.



Слика 3: Пример цртежа главног склопа

Цртежи склопова и подсклопова приказују делове који се уграђују као претходно формирана целина. Све оно што садржи цртеж главног склопа односи се и на цртеже склопова и подсклопова. И они треба да поседују потребан број пројекција са пресецима који откривају све потребне детаље делова. На том цртежу се дају габаритне мере. Заглавље садржи саставницу са неопходним позицијама и бројевима подсклопова, односно радионичких цртежа делова.

Радионички цртежи делова приказују основне машинске делове са потребним бројем пројекција и одговарајућим пресецима. Ови цртежи 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. Пример радионичког цртежа дат је сликом 4.



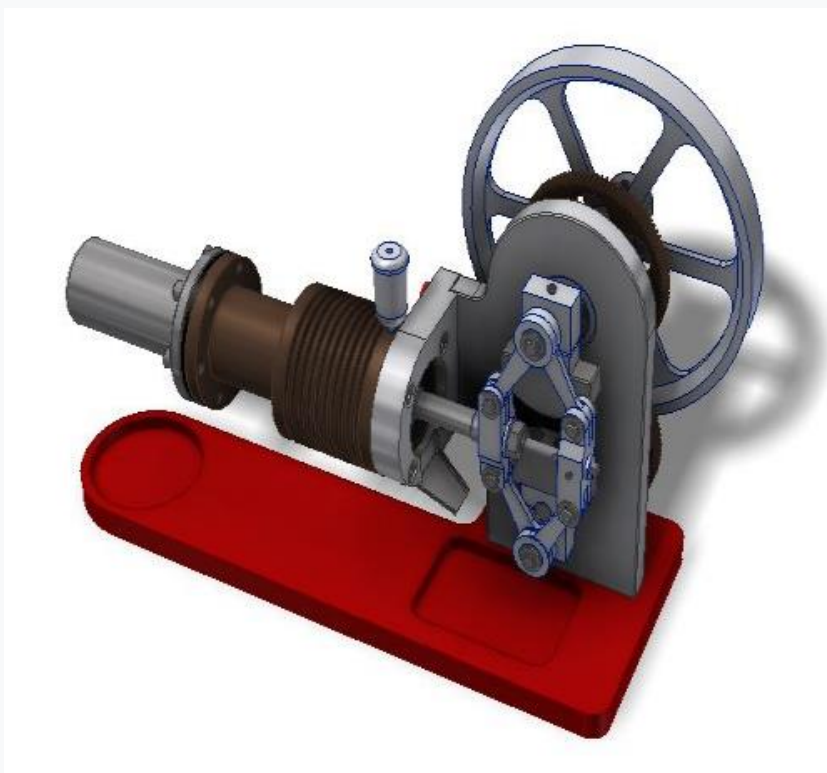
Слика 4: Пример радионичког цртежа

Након израде графичких приказа потребно је изградити радни извештај. Извештај треба на што једноставнији и краћи начин да садржи објашњење идеје и циља новог производа. Извештај треба да садржи опис производа, предности, мане, поделе, врсте, преглед свих трошкова као и опис предности у односу на конкуренцију. Такође извештај треба да поседује и детаљни опис конструкционе документације због самог разумевања и комуникације разних сектора који учествују у изради производа [5].

4. Стирлингов мотор

Стирлингов мотор је топлотни мотор. Изум је Роберта Стирлинга из 1816. године. Стирлингов мотор има потенцијал да буде много ефикаснији од бензинског или Дизел мотора. Данас се Стирлингови мотори користе само у неким веома специјализованим апликацијама, попут подморница или помоћних генератора снаге за јахте, где је тихи рад важан.

Стирлингов мотор, који је представљен сликом 5, користи Стирлингов циклус, за разлику од циклуса који се користе у моторима са унутрашњим сагоревањем. Гасови коришћени унутар Стирлинговог мотора никада не напуштају мотор. Не постоје испусни вентили који упуштају гасове високог притиска, као што је то случај код бензинског или Дизел мотора, и нема експлозија. Због тога су Стирлингови мотори врло тихи. Стирлингов циклус користи спољни извор топлоте, који би могао бити било шта, од бензина до соларне енергије до топлоте произведене распадајућим постројењима. У цилиндрима мотора не долази до сагоревања.



Слика 5: Стирлингов мотор [6]

4.1. Функционални делови Стирлиновог мотора

Мотор је направљен тако да се радни гас компресује у хладом делу мотора и експандира у врућем делу мотора. Ово доводи до претварања топлоте у механичку енергију (рад). Унутрашњи регенеративни измењивач топлоте повећава ефикасност Стирлинговог мотора у поређењу са једноставнијим моторима на врући ваздух који немају овај додатак. Стирлингов мотор има бар један извор топлоте и један хладњак

(примач топлоте), и до пет измењивача топлоте. Број измењивача топлоте је минимално два, по један за врући и хладни простор [7].

Делови који утичу на квалитетан рад Стирлинговог мотора:

- Топлотни цилиндар
- Вођица – Измењивач топлоте
- Расхладни цилиндар

4.1.1. Грејач

Топлотни цилиндар или грејач представља део који долази у контакт са спољним извором топлоте. Спољни извор топлоте може бити и собна температура. Услед довољне температуре гаса који се створи у топлотном цилиндру долази до померања вођице а самим тим Стирлингов мотор започиње рад.

4.1.2. Вођица – Измењивач топлоте

У Стирлинговом мотору, регенератор је унутрашњи измењивач топлоте и привремено спремиште топлотне енергије смештен између хладног и врућег простора мотора. Кроз њега протиче радни гас прво у једном па у другом смеру. Његова функција је да задржи топлоту која би иначе била изгубљена у околину и с тиме се омогућава да се ефикасност мотора приближи највећој ефикасности. Циљ дизајна регенератора треба да буде таква да омогући довољан топлотни капацитет и капацитет преноса топлоте, а у исто време да смањи што је више могуће унутрашњу запремину и отпор току гаса. Ови захтеви су једни од фактора који утичу на границу степена искоришћења практичног Стирлинговог мотора [7].

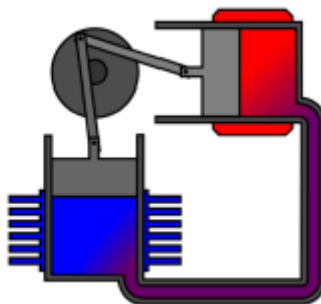
4.1.3. Расхладни цилиндар

Расхладни цилиндар јесте део мотора који прихвата загрејани гас из топлотног цилиндра и исти тај гас хлади услед дејства неке хладне супстанце која долази споља у виду хладног ваздуха, хладне воде, хладног уља или леда.

4.2. Подела Стирлинговог мотора

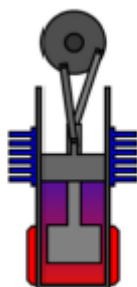
Стирлингове моторе по конструкцији можемо поделити на три групе:

- Алфа Стирлинг - Алфа Стирлинг има два цилиндра и два клипа, један цилиндар је врућ (доводи му се топлота) а други хладан (хлади се). Они заједно делују на вођицу тако што су акције клипова померене за 90 степени што је приказано сликом 6 [7] .



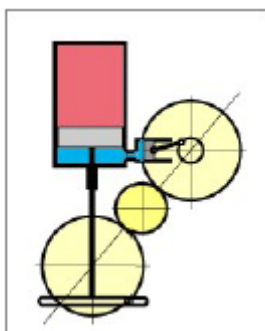
Слика 6: Алфа Стирлингов мотор[7]

- Бета Стирлинг - Бета Стирлинг има један цилиндар и један радни клип. Постоји и додатни клип за померање гаса, и он је намерно направљен тако да постоји простор између крајева тога клипа и зидова цилиндра. Његова намена је само да помера гас од вруће стране цилиндра до хладне и обрнуто. Када је радни гас гурнут на врући крај цилиндра шири се и гура радни клип. Кад је радни гас гурнут на хладни крај цилиндра скупља се и инерција машине, помогнута вођицом, гура радни клип на другу страну да изврши компресију гаса. Ова врста Стирлинговог мотора је приказана сликом 7 [7].



Слика 7: Бета Стирлингов мотор[7]

- Гама Стирлинг - Гама Стирлинг је модификовани бета Стирлинг у којем је радни клип постављен у посебан цилиндар поред цилиндра у којем се налази померачки клип. Оба клипа су повезана на исту вођицу. Гас може да тече између оба цилиндра и остаје неподељен. Ова конфигурација даје нижу компресију гаса али је механички једноставнија за израду и погоднија за више-цилиндричне Стирлинг моторе. Гама Стирлинг мотор је приказан сликом 8 [7].



Слика 8: Гама Стирлингов мотор [7]

4.3. Предност Стирлинговог мотора

- Различитост топлотног извора и независност од врсте и квалитета горива
- Постоји могућност рада и са колекторима и концентраторима соларне енергије, па му практично класично гориво није ни потребно
- Погољна линија обртног момента
- Врло добре карактеристике при хладном старту
- Ниска емисија издувних гасова, када ради са класичним горивима

- Степен корисности мотора је задовољавајући у односу на остале врсте топлотних мотора
- Низак ниво буке и вибрација [7]

4.4. Недостаци Стирлинговог мотора

- Отежана регулација снаге, која се манифестује тешким одржавањем сталног броја обртаја при неком константном оптерећењу
- Ниска специфична снага
- Велики габарит целог система (цилиндри, вођица, комора за сагоревање, сам мотор)
- Тренутно незадовољавајућа техничка решења хермитички заптивеног радног медијума у серијској производњи
- Висока цена производње, која није конкурентна класичним моторима одговарајуће снаге [7]

4.5. Примена Стирлинговог мотора

- Ефикасно коришћење Сунца - Постављен у центар параболичног огледала, Стирлингов мотор конвертује енергију Сунца у електричну енергију са ефикасношћу много већом од оне коју имају фото – електричне ћелије.
- Примена у поморству - Иако је примена ових мотора у поморству још увек у повојима, Стирлингови мотори почели су да се примењују и за погон чамаца и бродова.
- Примена у подморницама - Стирлинг мотори су веома погодни за коришћење на подморницама јер је на подморници у дужим временским интервалима потребан континуиран број обртаја погонског мотора. Подморнице носе кисеоник под притиском за сагоревање горива док су у зарођеном стању, односно за обезбеђење топлоте за рад Стирлинговог мотора.
- Примена на нуклеарним постројењима - Постоји велики потенцијал за коришћење Стирлинг мотора у електричним нуклеарним централама, простом заменом парних турбина Стирлинговим моторима. Ово би технички гледано поједноставило постројење и смањило могућност радио-активног загађења околине.
- Примена у аутомобилима
- Електрична возила
- Летелице
- Мали и Микро мотори [7]

5. Процес формирања 3D модела склопа

За израду једног 3D модела било ког склопа користи се неки од софтвера који су за то намењени као што су *CATIA*, *AutoCAD*, *Inventor* или *SolidWorks*. Сви наведени софтвери погодни су за израду појединачних делова, њихово моделирање, накнадну исправку, спајање делова у одговарајући склоп преко тачно дефинисаних опција, израду модела, израду техничке и целокупне конструкционе документације, писање кодова за израду делова као и за проверу делова и склопова на одређена напонска и температурна оптерећења.

У датом раду израда делова, израда модела склопа као и израда целокупне техничке и конструкционе документације извршила се у *CATIA*-и.

CATIA (*Computer Aided Three-dimensional Interactive Application* – Компјутерски подржано 3D моделирање и испитивање) јесте један од најзаступљенијих софтвера у данашњој индустрији за креирање 2D и 3D модела. Располаже разноврсним опцијама које олакшавају моделирање и рад како у конструисању тако и у производњи. Предност овог софтвера јесте и могућност увоза многих стандардних делова. Поред моделирања софтвер омогућава и проверу склопа на напонска, температурна и флуидна оптерећења, као и креирање кода за саму израду делова на *CNC* машинама што су уједно и разлози рада у овом софтверу.

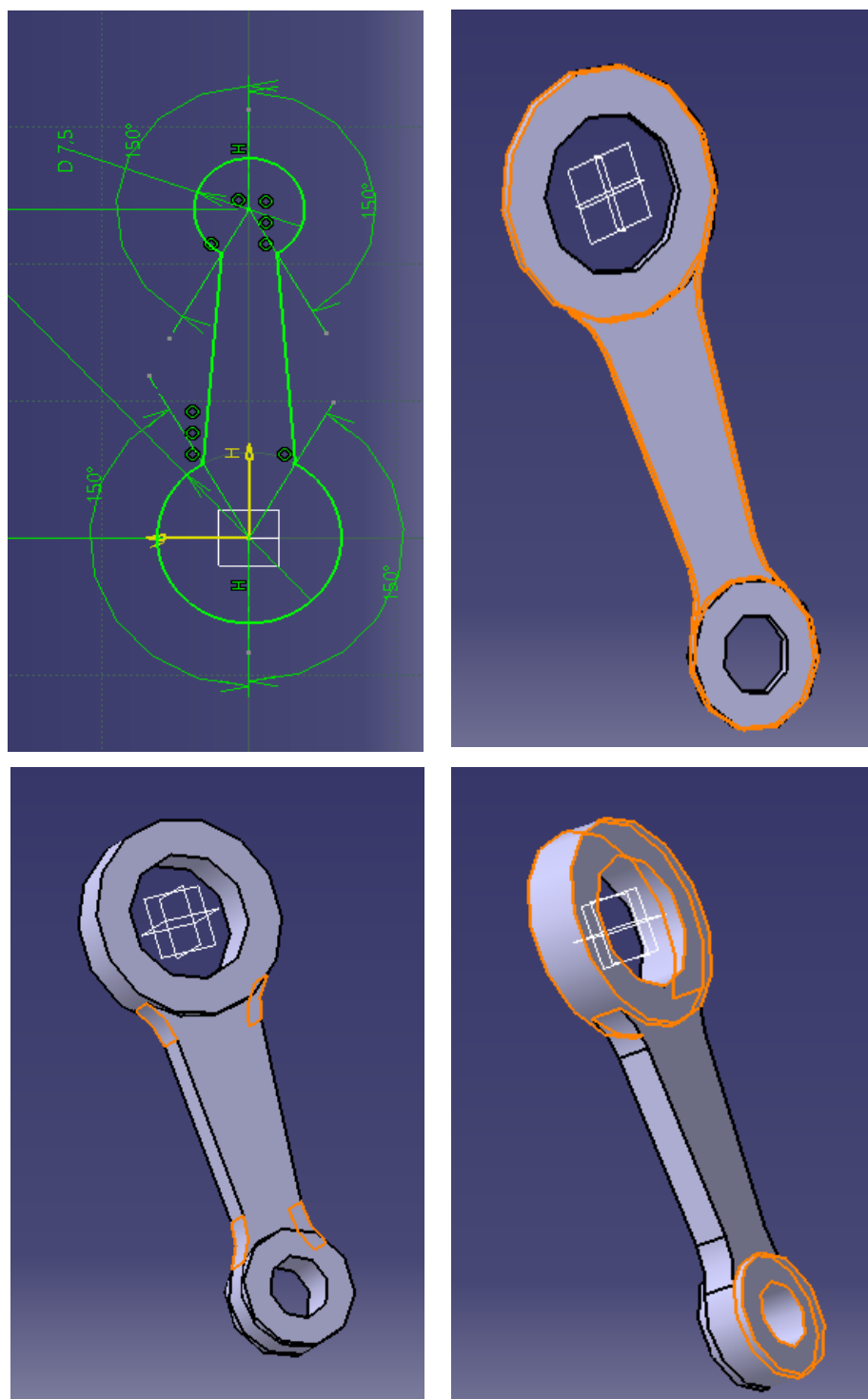
5.1. Процес формирања делова скопа

Стирлингов мотор чија се конструкциона документација извршила састоји се од 10 стандардних делова у виду лежаја, навртки и завртњева који су се увезли са сајта *TraceParts* и 27 врсти делова различитих облика који су се најпре измоделирали у делу *Part Design* чија је опција приказана сликом 9.



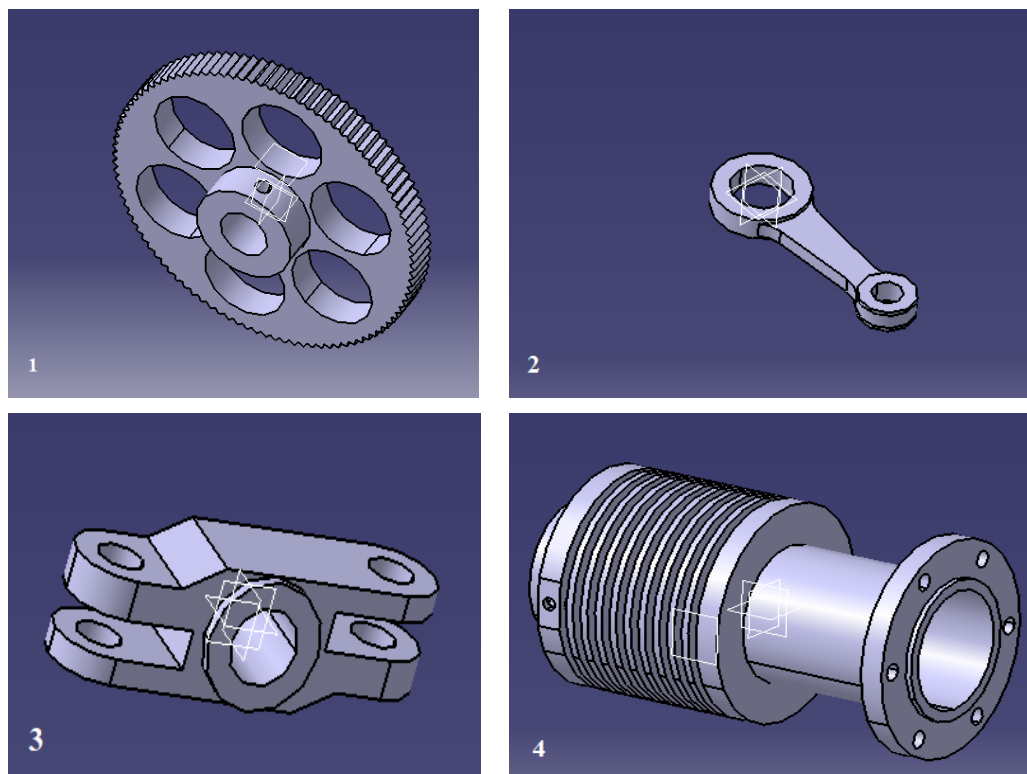
Слика 9: Почетак израде модела

Најпре се преко опције *Sketch* (Скица)  вршило исцртавање контура по тачно одређеним димензијама што је приказано сликом 10.1, затим се тим контурама додала одређена ширина и материјал све док део не добије жељени облик што је поступно приказано сликама 10.2, 10.3, 10.4. Сликаом 10 приказан је процес израде једног дела (Клипњача) који је саставни део склопа.



Слика 10: Процес израде Клипњаче у Part Design-у

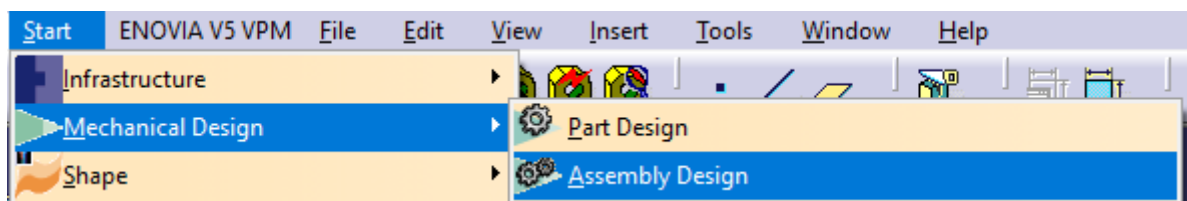
На слици 11 приказани су неки од делова који су такође моделирани у *Part Design*-у а који су саставни део Стирлинговог мотора.



Слика 11: Моделирање делова Стирлинговог мотора (1.Зупчаник, 2.Клипњача, 3.Прирубница, 4.Расхладни цилиндар)

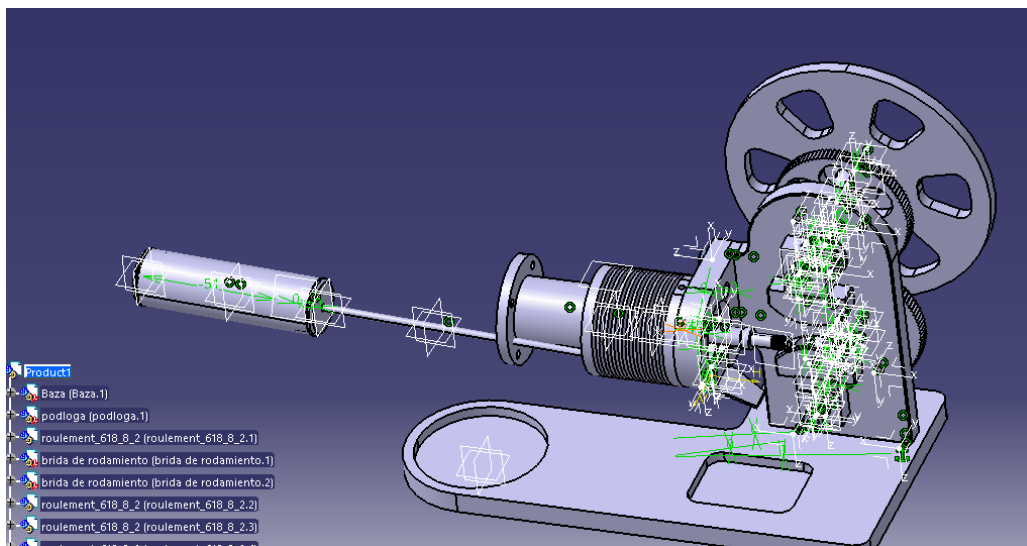
5.2. Процес формирања склопа

Након моделирања засебних делова, у опцији *Assembly Design*, чија је опција дата сликом 12, извршило се спајање свих тих делова заједно са стандардним у једну целину.



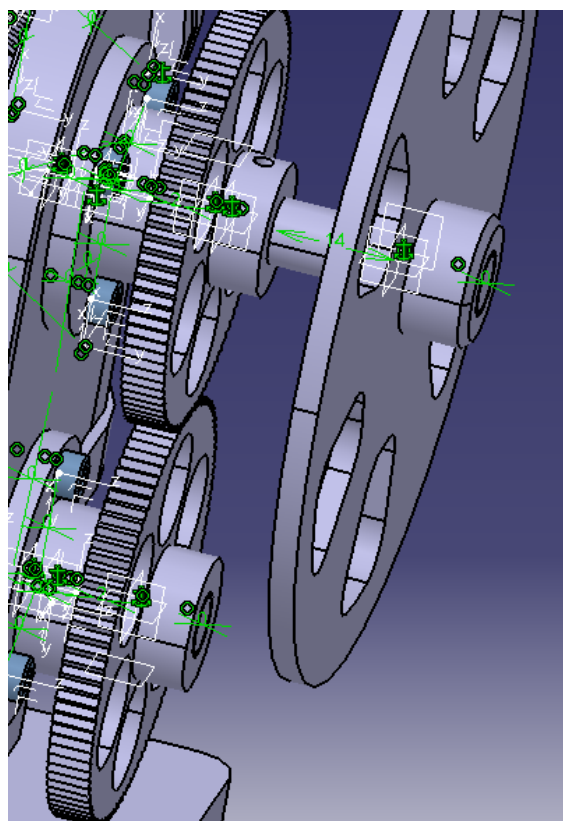
Слика 12: Приказ опције *Assembly Design*

Функције које су омогућиле спајање јесу *Coincidence Constraint* , која омогућава изједначавање оса делова или њихових равни и *Offset Constraint* , која омогућава међусобно спајање одређених страница или подешавање страница на неку одређену удаљеност. Процес спајања модела склопа приказан је сликама 13 и 14.



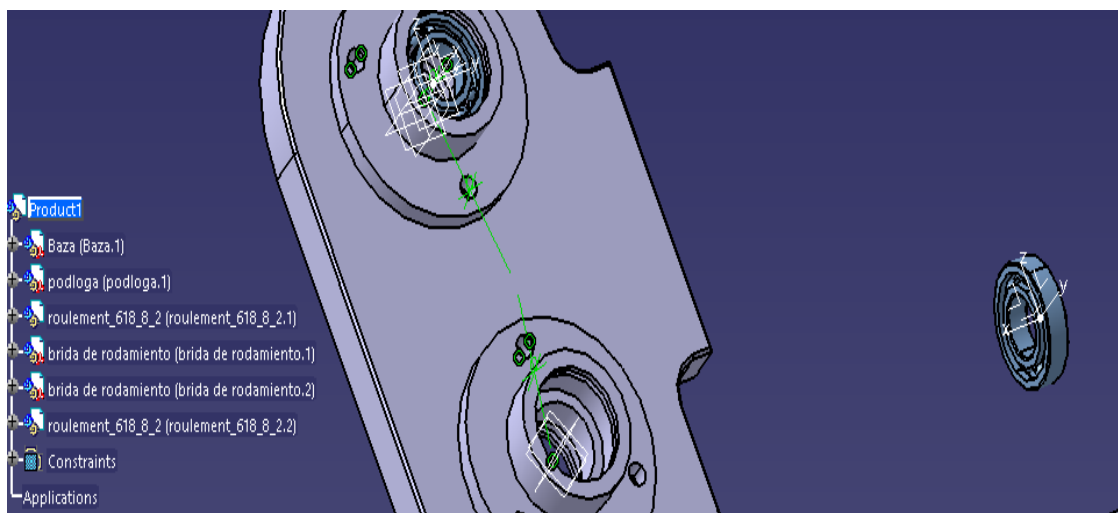
Слика 13: Процес спајања делова у склоп

Процес спајања започет је базом која представља фиксирани део у односу на који се сви остали делови комбинују и спајају у једну целину. Фиксирање дела извршило се преко опције *Fix Component* . Остали делови склопа међусобно се спајају преко вратила, клипова или вођица преко чврстих, лабавих или независних налегања који зависе од међусобних димензија отвора и осовина који се међусобно спајају и од врсте контакта површине делова који се спајају. Таква врста спајања приказана је сликом 14. На датој слици представљено је чврсто налегање између вратила и зупчаника, вратила и управљача и зупчастих парова.

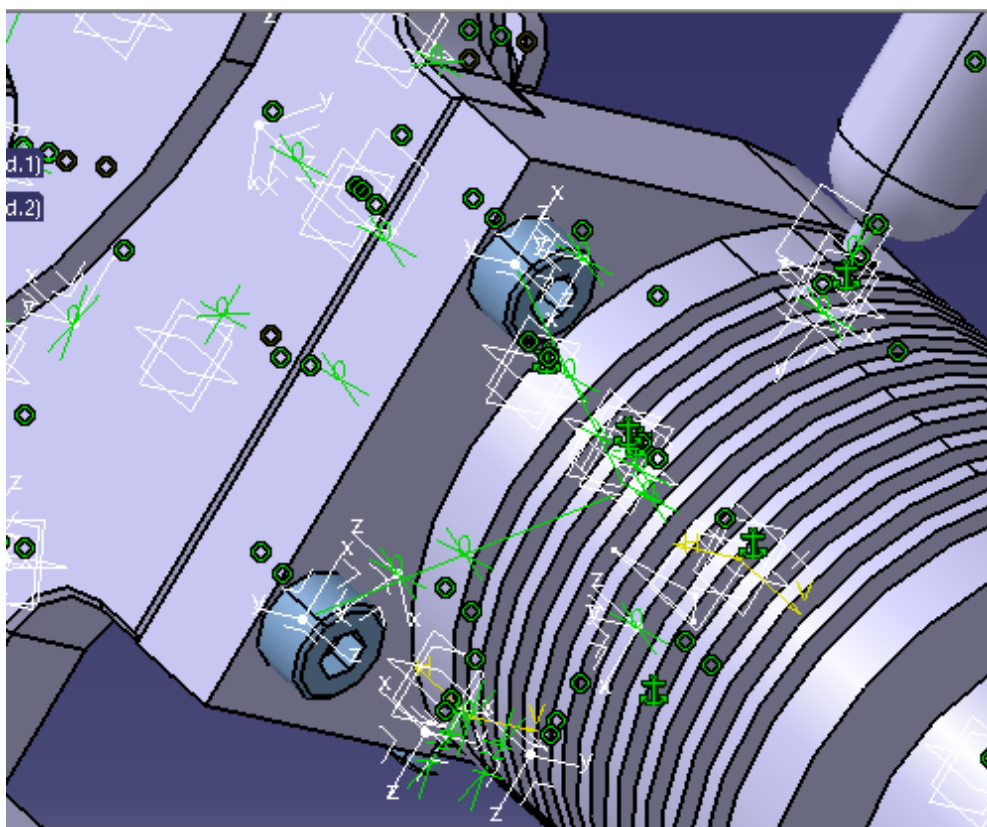


Слика 14: Начин спајања делова у склоп

Још један начин спајања делова у склоп јесте помоћу стандардних делова у виду завртња, навртке, лежаја, клинова или опруга. Сликаом 15 представљено је спајање делова преко стандардних лежаја. Оваква врста спајања практикује се код вратила или осовина како би се створило обртно кретање неког елемента. Сликаом 16 приказано је спајање делова у склоп преко стандардних завртњева. Оваква врста спајања даје стабилан склоп, а уз то и могућност брзе замене делова уколико дође до деформације и могућност лаке провере и контроле рада машине. Код ове врсте мотора завртњеве се примењују код спајања цилиндара, базе са подлогом и прирубница.

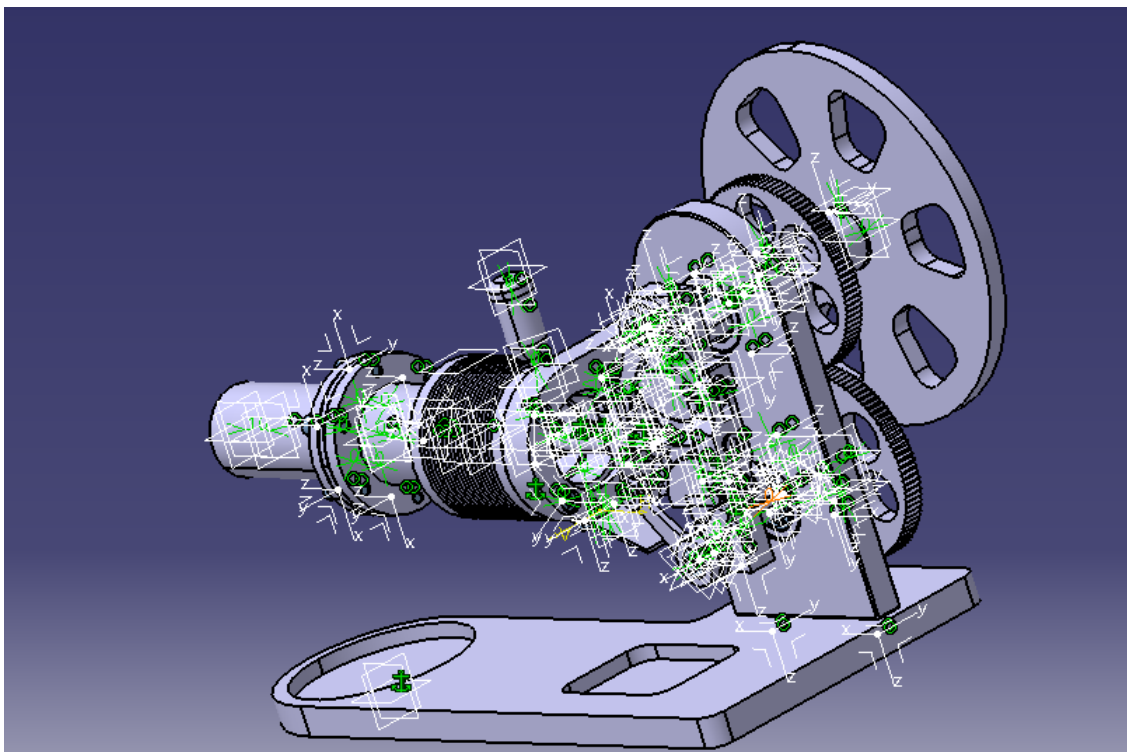


Слика 15: Процес увођења и спајања стандардних делова у склоп



Слика 16: Процес спајања делова преко завртњева

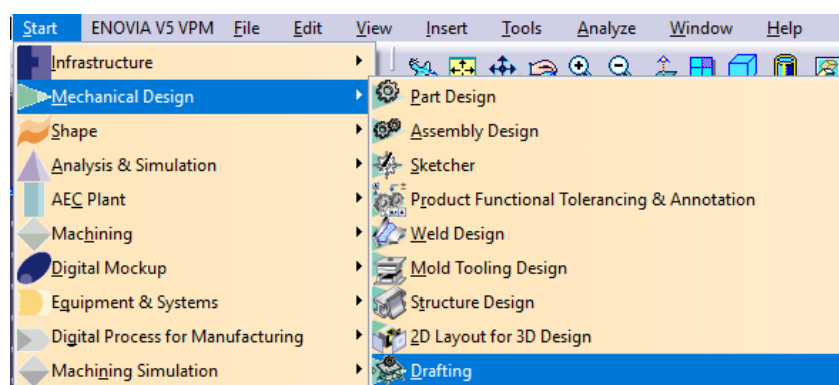
3D модел машинског склопа – Стирлинговог мотора након моделирања приказан је сликом 17.



Слика 17: 3D модел Стирлинговог мотора

6. Конструкциона документација Стирлинговог мотора

Као што је претходно написано најважнија документација за комуникацију између инжењера и свих производних и експлоатационих сектора јесте конструкциона документација која даје детаљан опис свих делова склопа као и самог склопа. При изради конструкционе документације јако је битно пратити одређене норме и стандарде, односно правила техничког цртања. Конструкциона документација такође је рађена у софтверу *CATIA* кроз опцију *Drafting* која је дата сликом 18.



Слика 18: Опција *Drafting* за израду конструкционе документације

При изради конструкционе документације најбитнија је добро попуњена саставница која мора да садржи основне податке као што су име одговорног лица, размера у којој је рађена документација, материјал, назив дела или склопа као и његова ознака. Поред тога цртеж мора бити представљен у таквој пројекцији која показује све контуре, отворе, рупе или метричке навоје. Опција која омогућава израду пројекције јесте

Projection View . Уколико се одређени број контура или отвора и рупа не могу приказати кроз одређене пројекције врши се одређени пресек који то може приказати.

Пресеци се врше опцијом *Offset Section View* . Поред тога мора постојати и ознака врсте налегања која постоји код делова која на тај начин врши спајање у склоп као и ознака површинске обраде коју има сваки део у склопу.

У наставку рада приложени су следећи технички цртежи:

- База
- Подлога
- Прирубнице (1, 2, 3, 4 и 5)
- Вратила (1, 2, 3)
- Стационарно вратило
- Вођице (1, 2)
- Хоризонтални цилиндар
- Расхладни цилиндар
- Топлотни цилиндар
- Клип
- Клипњача

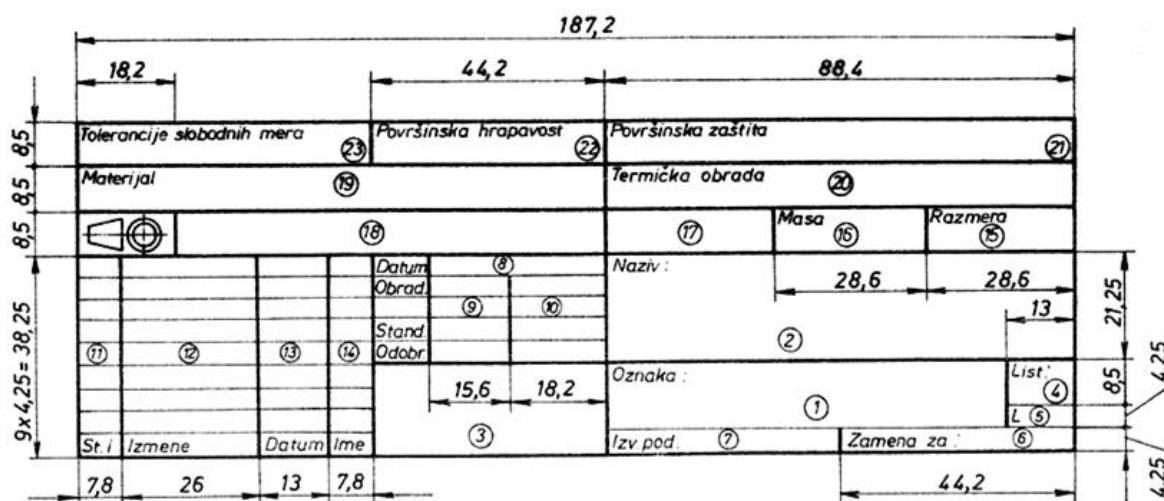
- Капсула
- Плочица за одвод уља
- Резервоар
- Поклопац резервоара
- Поклопац вођице
- Подлошка
- Управљач
- Противтег
- Зупчаник
- Склопни цртеж
- Цртеж позиције делова (пресеци)
- 3D модел

7. Заглавље и саставница

7.1. Заглавље

Саставни део сваке конструкционе документације јесте одговарајуће заглавље. Заглавље представља уоквирени део на цртежу који се налази на доњем десном углу. Служи за уписивање података потребних за идентификацију, разврставање и употребу цртежа и уписивање допунских информација. У заглављу се уписују подаци који су битни за идентификацију и коришћење цртежа.

Заглавља могу бити различита по свом облику и садржају, зависно од намене и врсте цртежа или места коришћења. На слици 19 приказан је један стандардни облик заглавља са стандардним димензијама поља. Позиције од 1 до 14 приказују основни део заглавља, док поља од 10 до 15 представљају додатни део заглавља, које се заједно користе за цртеже детаља [8][9].



Слика 19: Изглед стандардног заглавља за цртеже детаља[9]

Сликом 20 приказан је пример попуњеног заглавља из конструкционе документације за део склопа Стирлинговог мотора.

Толеранције слободних мера		Површинска храпавост		Површинска заштита:		
Материјал : Алуминијум				Термичка обрада :		
				Маса :	Размера: 1:2	
		Датум	Назив			
		Обрад. Васић Јована				
		Станд.				
		Одобр. Др Лозица Ивановић				
		ФИН Крагујевац		База		
Ст.и		Измена	Датум	Име	Ознака : A4.01.01	Лист
					Иzv под	Замена за :

Слика 20: Изглед попуњеног заглавља

Табелом 1 дато је упутство за попуњавање поља заглавља.

Табела 1. Упутство попуњавања поља у заглављу [9]

Поље	Назив	Уписује се
1	Ознака	Ознака цртежа и/или предмета према систему означавања произвођача.
2	Назив	Ознака цртежа и/или предмета према одредбама стандарда SRPS A.A0.006. За писање назива употребљава се највише 18 места.
3	Фирма	Назив предузећа, установе, школе, факултета и њихов знак.
4	Лист	Редни број листа
5	Л(Листова)	Укупан број листова. Уколико је само један лист, податак се не уписује.
6	Замена за	Ознака цртежа који је замењен овим
7	Изв. Под.	Ознака изворних техничких података
8	Датум	Датум кад је цртеж одобрен
9 и 10	Имена и потписи	Имена и потписи особа које су извршиле одговарајуће радње у току израде цртежа
11	Ст. и.	Ознака измене на цртежу (редни број или слово стања измене)
12	Измене	Број измене из матичне књиге измена
13	Датум	Датум извршења измене
14	Име	Име извршиоца измене
15	Размера	Основна размера на цртежу према SRPS A.A0.106
16	Маса	Укупна нето маса дела или склопа приказаног на цртежу у килограмима по јединици мере
17 и 18		Слободна поља која се могу користити за специфичне потребе (за фазе развоја, број копија, формат цртежа)
19	Материјал	Ознака материјала, полупроизвода, одливка или отреска
20	Термичка обрада	Врсте термичке обраде којој се подвргава приказани део
21	Површинска заштита	Ознака површинске заштите приказаног дела, према стандарду или одговарајућем поступку
22	Површинска хруп.	Ознака класе квалитета површинске хрупавости према стандарду SRPS M.A0.065
23	Толеранције слободних мера	Ознака стандарда којим се утврђује дозвољено одступање слободних мера

7.2. Саставница

За склопне цртеже поред заглавља јако је битна и саставница. Саставница представља наставак заглавља у конструкционој документацији. Саставница треба да обезбеди табеларни преглед свих делова који сачињавају један склоп или подсклоп. Користи се за систематизацију података о деловима који сачињавају један склоп или подсклоп, односно њихових цртежа који представљају конструкциону документацију. Саставница се исписује у виду колона [8][9].

Подела саставница:

- Саставница која се налази на истом формату са цртежом
- Саставница која се налази на посебном А4 формату

На слици 21 дат је изглед једне стандардне саставнице на истом формату са цртежом, док је на слици 22 дат пример стандардне саставнице на посебном А4 формату заједно са димензијама поља од којих је саставница сачињена.

:					
5					
4					
3					
2					
1	2	3	4	5 6	7
Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard-izabrane karakteristike	Primedba

Слика 21: Изглед стандардне саставнице која се налази на истом формату са цртежом [9]

Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard-izabrane karakteristike	Primedba
1	2	3	4	5 6	7
2					
3					
4					
5					
:					

Слика 22: Изглед стандардне саставнице која се налази на посебном А4 формату [9]

Заједничко за ове две врсте саставница јесу поља која су истих димензија и облика и исти је начин њиховог попуњавања. Разлика се налази у писању позиција и самом позиционом месту саставнице. Код саставнице која се налази на истом формату као и цртеж, саставница се наставља изнад упрошћеног заглавља а позициони бројеви пишу се у растућем низу одоздо на горе. Код саставнице на посебном А4 формату целокупна саставница се пише од врха папира ка заглављу а позициони бројеви се уписују у растућем низу одозго на доле [8] [9].

Табелом 2 дато је објашњење попуњавања поља у саставници.

Табела 2. Упутство попуњавања поља у саставници [9]

Поље	Назив	Уписује се
1	Поз. (Позиција)	Број позиционе ознаке предмета по растућем броју
2	Кол. (Количина)	Количина предмета означеног позиционом ознаком, односно материјала неопходних за компетан склоп који чини предмет стандарда
3	Јм. (Јединица мере)	Јединица мере за количину поља 1 (пример: комад, килограм и др.)
4	Назив	Назив предмета према припадајућем цртежу уз саставницу, у складу са стандардом SRPS A.A0.006
5	Стандард	Ознака стандарда за стандардизоване предмете или ознака одговарајућег техничког документа (цртежа) за нестандардизоване предмете
6	Изабране карактеристике	Изабране карактеристике са подацима о идентификацији предмета (материјал, врста, тип, мере, толеранције) према стандарду SRPS A.A0.006
7	Примедбе	Објашњење или допунски подаци за одговарајући предмет, по потреби (интерна ознака, варијанте предмета и др.)

Сликом 23 дат је пример изгледа заглавља и саставнице.

The diagram shows a technical drawing header and an assembly table. The header has dimensions: 10,4, 13, 10,4, 49,4, and 67,6. The table has columns for Poz., Kol., Jm., Naziv, Standard-izabrane karakteristike, and Primedba. Below the table, there are fields for Datum, Obrad, Stand., and Odobr. The table also includes fields for Masa, Razmera, Naziv, Oznaka, List, and Zamena za.

10,4	13	10,4	49,4	67,6	
Poz.	Kol.	Jm.	Naziv	Standard-izabrane karakteristike	Primedba
			Masa		Razmera
			Datum		Naziv:
			Obrad		
			Stand.		
			Odobr.		
			Oznaka:		List:
					L
St.i	Izmene	Datum	Ime	Izv.pod.	Zamena za:

Слика 23. Изглед заглавља и саставнице[9]

Сликом 24 приказан је изглед саставнице за машински склоп Стирлинговог мотора, чија се анализа целокупне конструкционе документације извршила у приказаном раду.

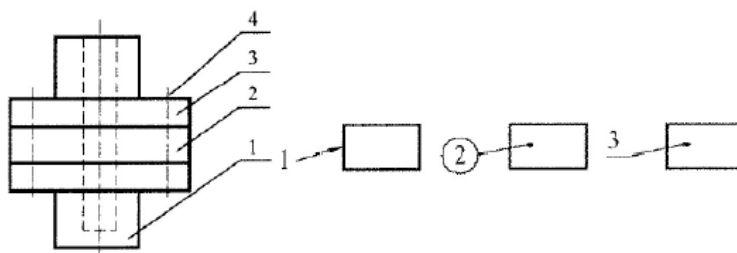
[illegible]

Слика 24. Изглед саставнице одрађене у завршном раду

7.3. Позициони бројеви

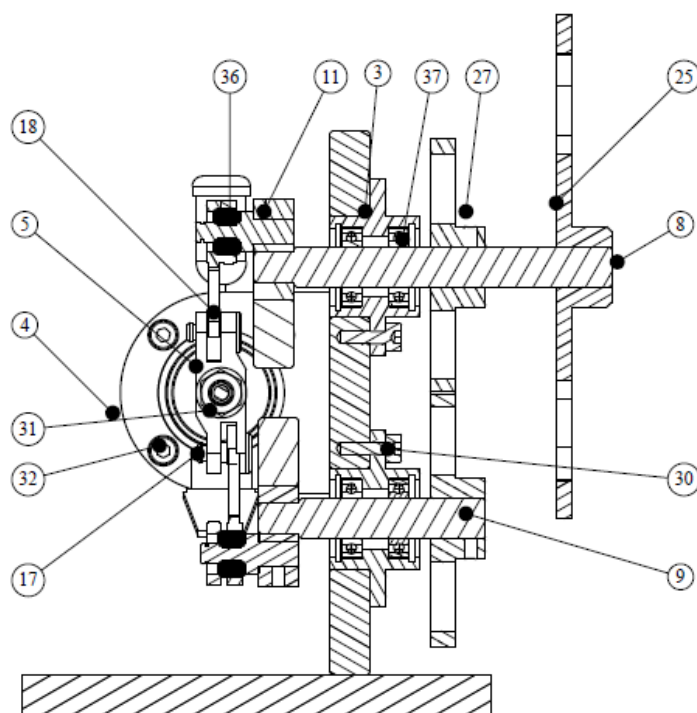
Позициони бројеви додељују се сваком саставном делу склопа (појединачним деловима или комплетним подсклоповима који се у склоп уграђују као претходно формирана целина). Позициони бројеви се уписују у једном непрекидном низу растућих бројева по хоризонтали или вертикали изван контуре машинског дела, а такође се по растућем редном броју уписују и у саставницу која садржи одговарајуће податке о тим деловима. Позициони бројеви су двоструко већи од котних бројева и повезују се показном линијом са деловима на које се односе. На крају показне линије налази се тачка или стрелица. Позициони бројеви могу бити непосредно поред показне линије, заокружени или изнад изломљене показне линије. Уколико се позициони

бројеви уписују у кругове онда продужетак показне линије пролази кроз центар круга. Сликаом 25 дат је пример једне примене позиционих бројева [8][9].

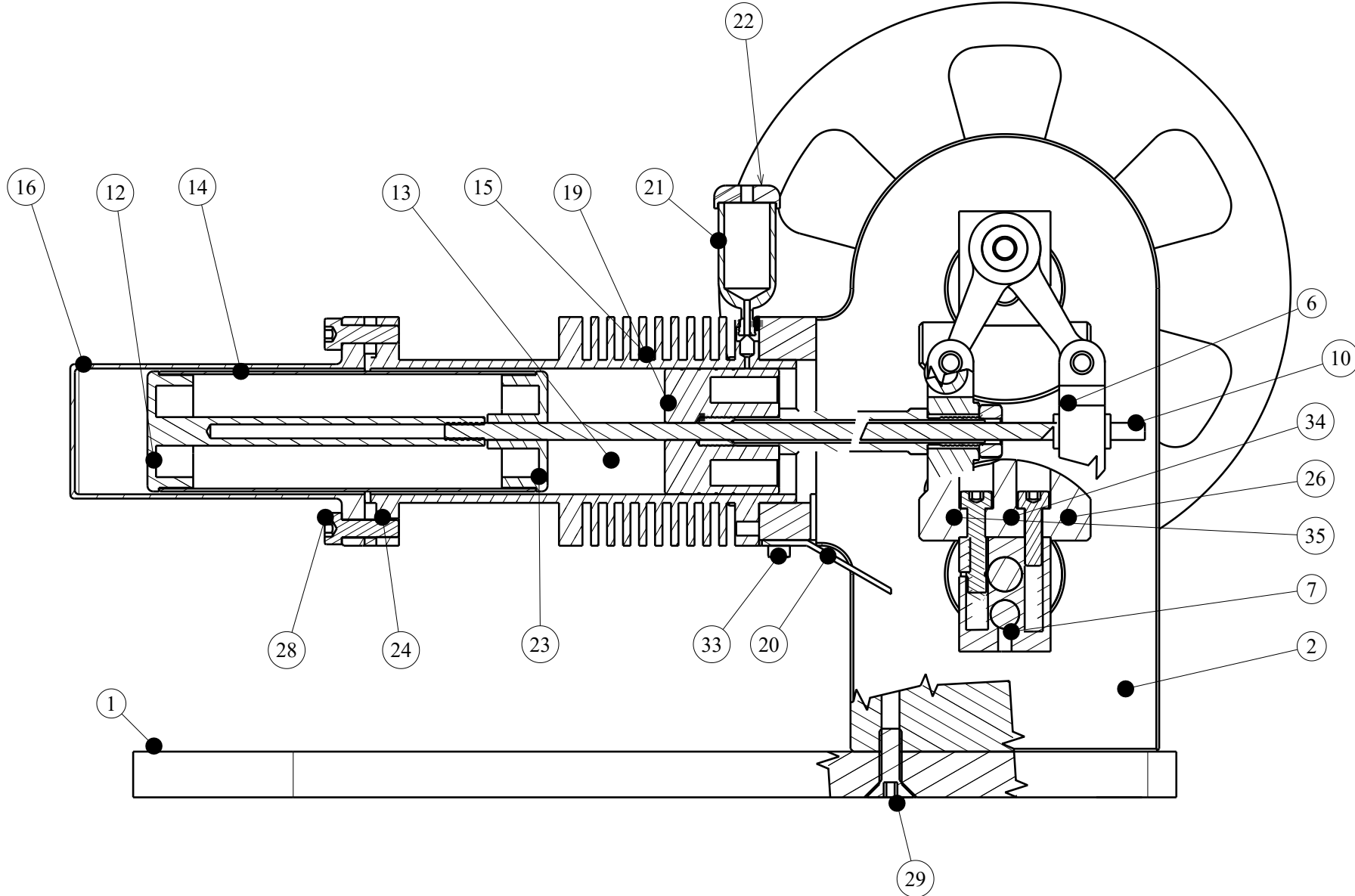
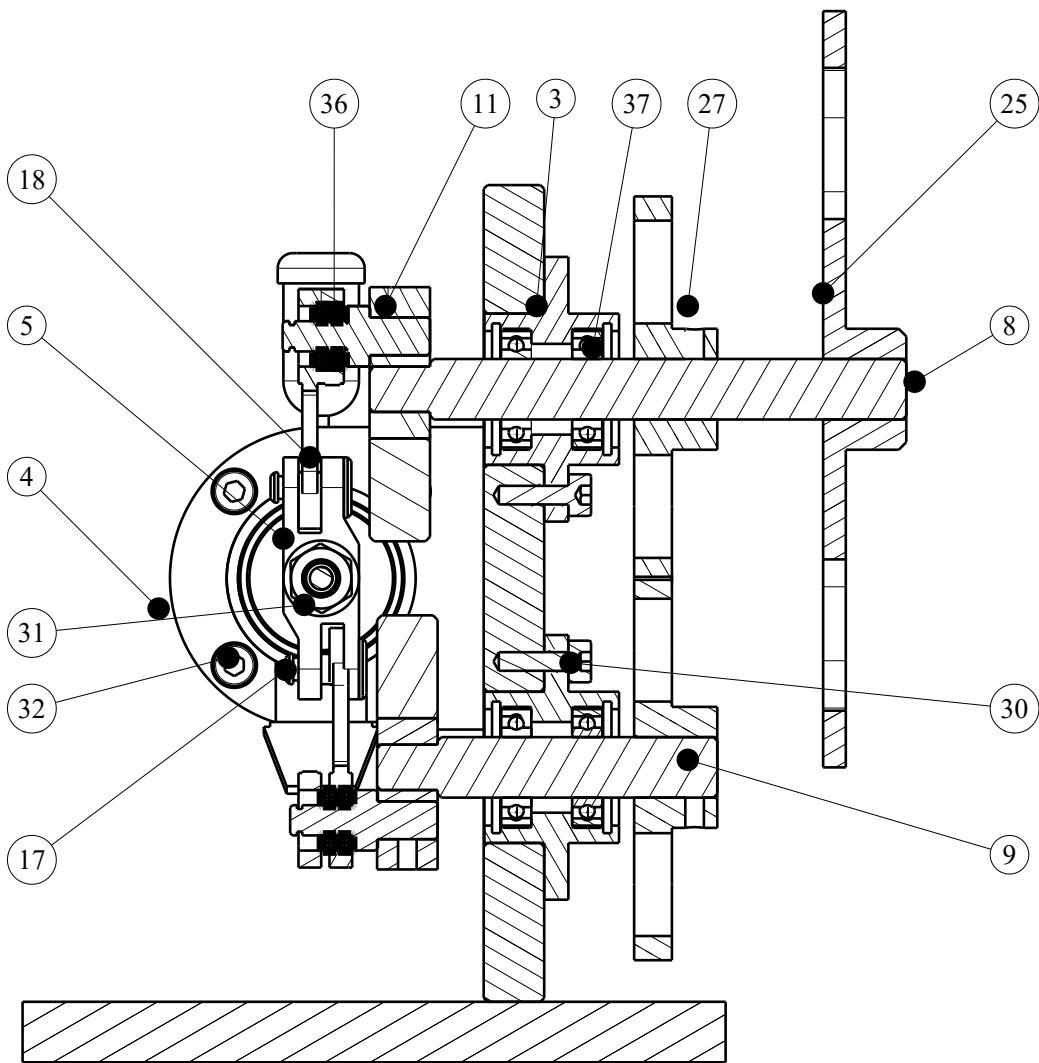


Слика 25: Примена позиционих бројева[8]

Сликаом 26 приказана је примена позиционих бројева при изради конструкционе документације Стирлинговог мотора.



Слика 26. Примена позиционих бројева у датом завршном раду



Толеранција слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита							
Материјал				Конструкциони челик, Алуминијум Бронза, Пластична маса				Термичка обрада							
								Формат		Маса		Размера 1:1			
					Датум			Назив: Стирлингов мотор							
					Обрад.	Васић Јована									
					Станд.										
					Одобр.	Др Лозица Ивановић									
					ФИН Крагујевац 			Ознака: A3.00.01				Лист:			
												Л			
Ст.и.	Измене		Датум	Име				Изв. под.				Замена за:			

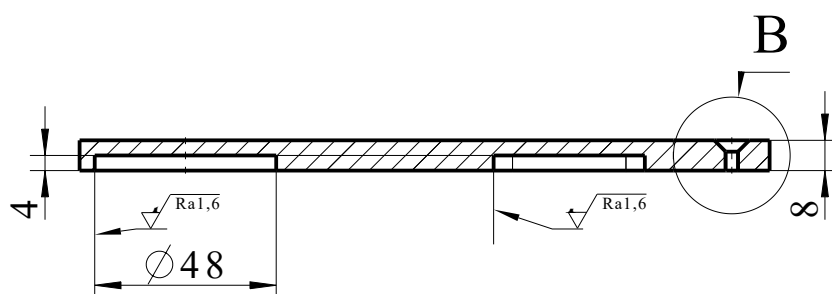
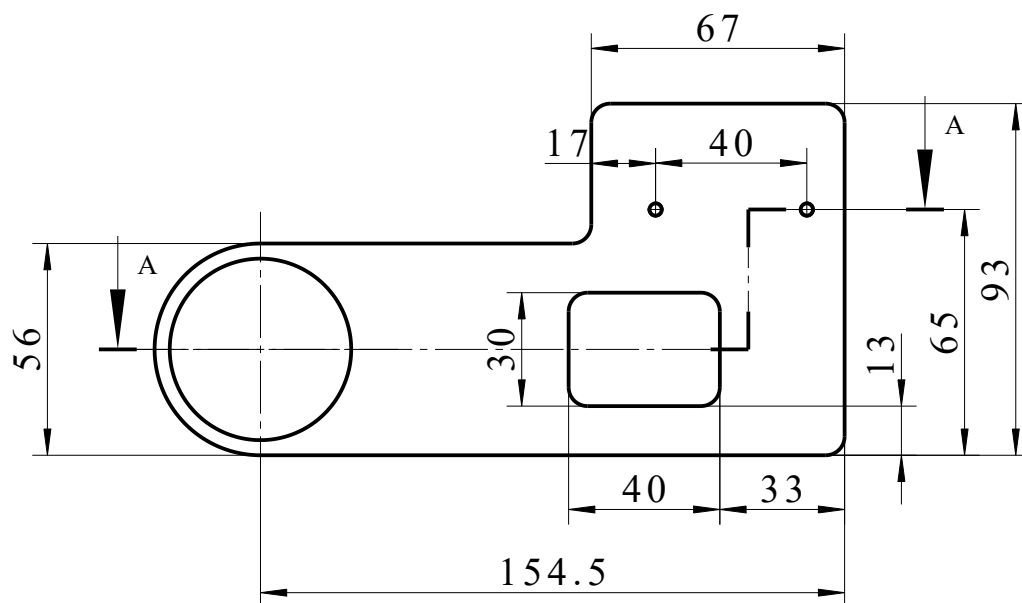
Поз.	Кол.	Јм.	Назив	Стандард-изабране карактеристике		Примедба
1	1	ком.	База	A4.01.01	Алуминијум	
2	1	ком.	Подлога	A4.01.02	Алуминијум	
3	2	ком.	Прирубница 1	A4.01.03	Алуминијум	
4	1	ком.	Прирубница 2	A4.01.04	Алуминијум	
5	1	ком.	Прирубница 3	A4.01.05	Алуминијум	
6	1	ком.	Прирубница 4	A4.01.06	Алуминијум	
7	2	ком.	Прирубница 5	A4.01.07	Алуминијум	
8	1	ком.	Вратило 1	A4.01.08	Конструкциони челик	
9	1	ком.	Вратило 2	A4.01.09	Конструкциони челик	
10	1	ком.	Вратило 3	A4.01.10	Алуминијум	
11	2	ком.	Стационарно вратило	A4.01.11	Конструкциони челик	
12	1	ком.	Вођица 1	A4.01.12	Конструкциони челик	
13	1	ком.	Вођица 2	A4.01.13	Конструкциони челик	
14	1	ком.	Хоризонтални цилиндар	A4.01.14	Алуминијум	
15	1	ком.	Расхладни цилиндар	A4.01.15	Бронза	
16	1	ком.	Топлотни цилиндар	A4.01.16	Конструкциони челик	
17	2	ком.	Клип	A4.01.17	Конструкциони челик	
18	4	ком.	Клипњача	A4.01.18	Алуминијум	
19	1	ком.	Капсула	A4.01.19	Алуминијум	
20	1	ком.	Плоча за одвод уља	A4.01.20	Конструкциони челик	
21	1	ком.	Резервоар	A4.01.21	Алуминијум	
22	1	ком.	Поклопац резервоара	A4.01.22	Алуминијум	
23	1	ком.	Поклопац вођице	A4.01.23	Алуминијум	
24	1	ком.	Подлошка	A4.01.24	Пластична маса	
25	1	ком.	Управљач	A4.01.25	Алуминијум	
26	2	ком.	Противтег	A4.01.26	Конструкциони челик	
27	2	ком.	Зупчаник	A4.01.27	Бронза	
28	2	ком.	Завртањ	M3x10 DIN 912		
29	2	ком.	Завртањ	M5 DIN 934		
30	6	ком.	Завртањ	M3x6 DIN 912		
31	1	ком.	Навртка	M5 DIN 934		
32	4	ком.	Завртањ	M3x12 DIN 912		
33	2	ком.	Завртањ	M2x3 DIN 912		
34	2	ком.	Завртањ	M3x10 DIN 912		
35	2	ком.	Завртањ	M3x16 DIN 912		
36	4	ком.	Лежај	MR 84		
37	4	ком.	Лежај	618/8		



Маса :

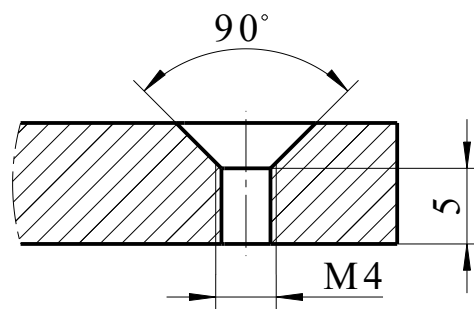
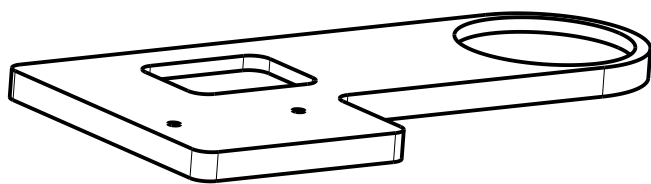
Размера: 1:1

				Датум		Назив Стирлингов мотор	
				Обрад.	Васић Јована		
				Станд.			
				Одобр.	Др Лозица Ивановић		
				ФИН Крагујевац 		Ознака : А3.00.01 - Саставница	Лист
						Л	
Ст.и	Измена	Датум	Име			Изд.под.	Замена за :

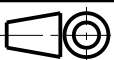


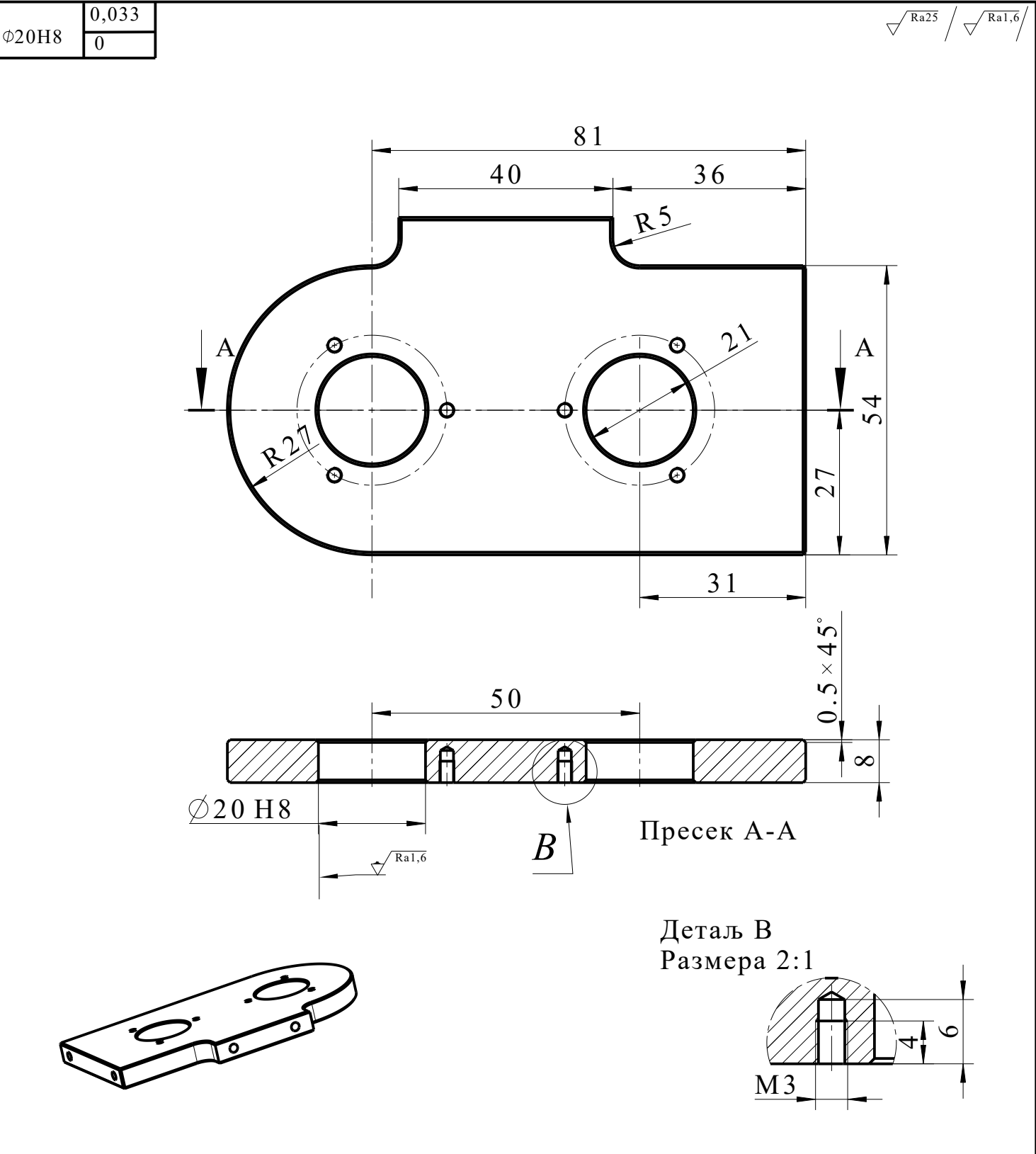
Пресек А-А

Детаљ В
Размера 2:1



Напомена: Вредност свих некотираних радијуса је R5

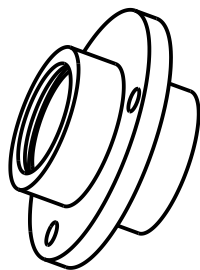
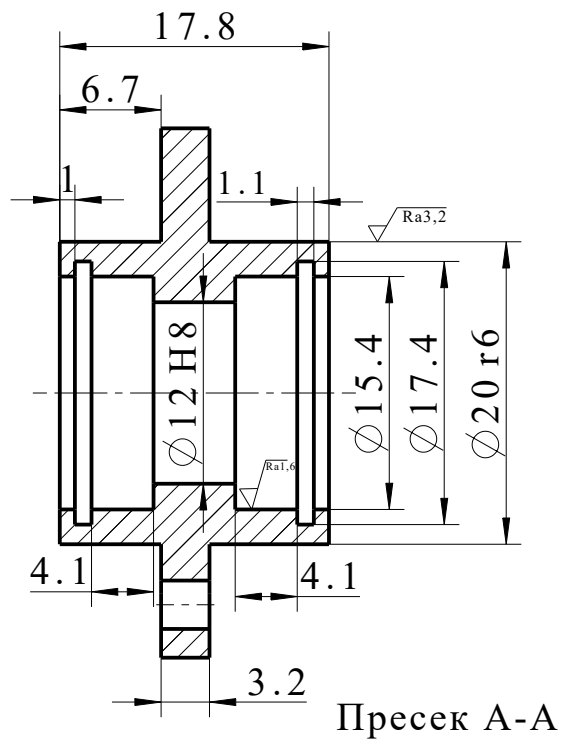
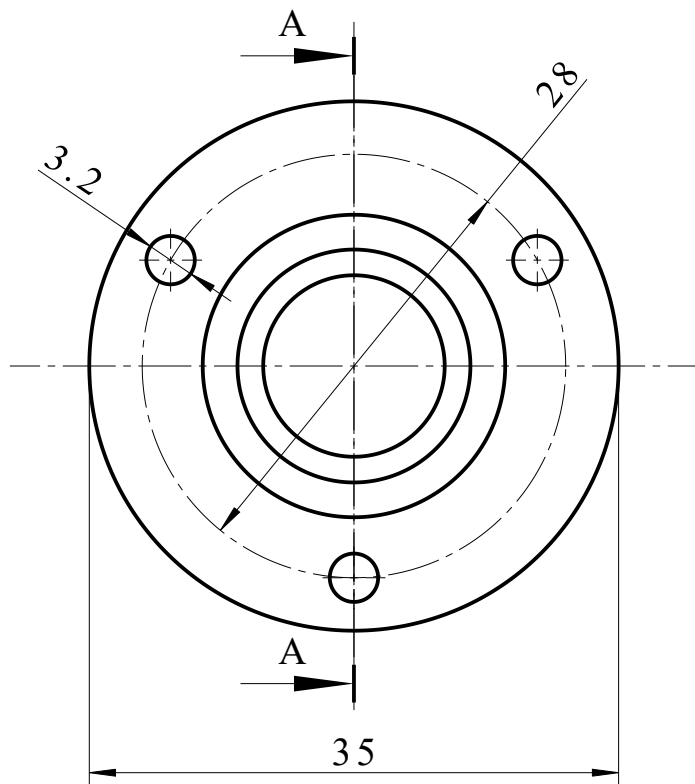
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:				
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :				
								Маса :		Размера: 1:2		
				Датум				Назив База				
				Обрад.	Васић Јована							
				Станд.								
				Одобр.	Др Лозица Ивановић							
				ФИН Крагујевац 				Ознака : A4.01.01		Лист		
										Л		
Ст.и	Измена		Датум	Име					Изм.под. A3.00.01		Замена за :	



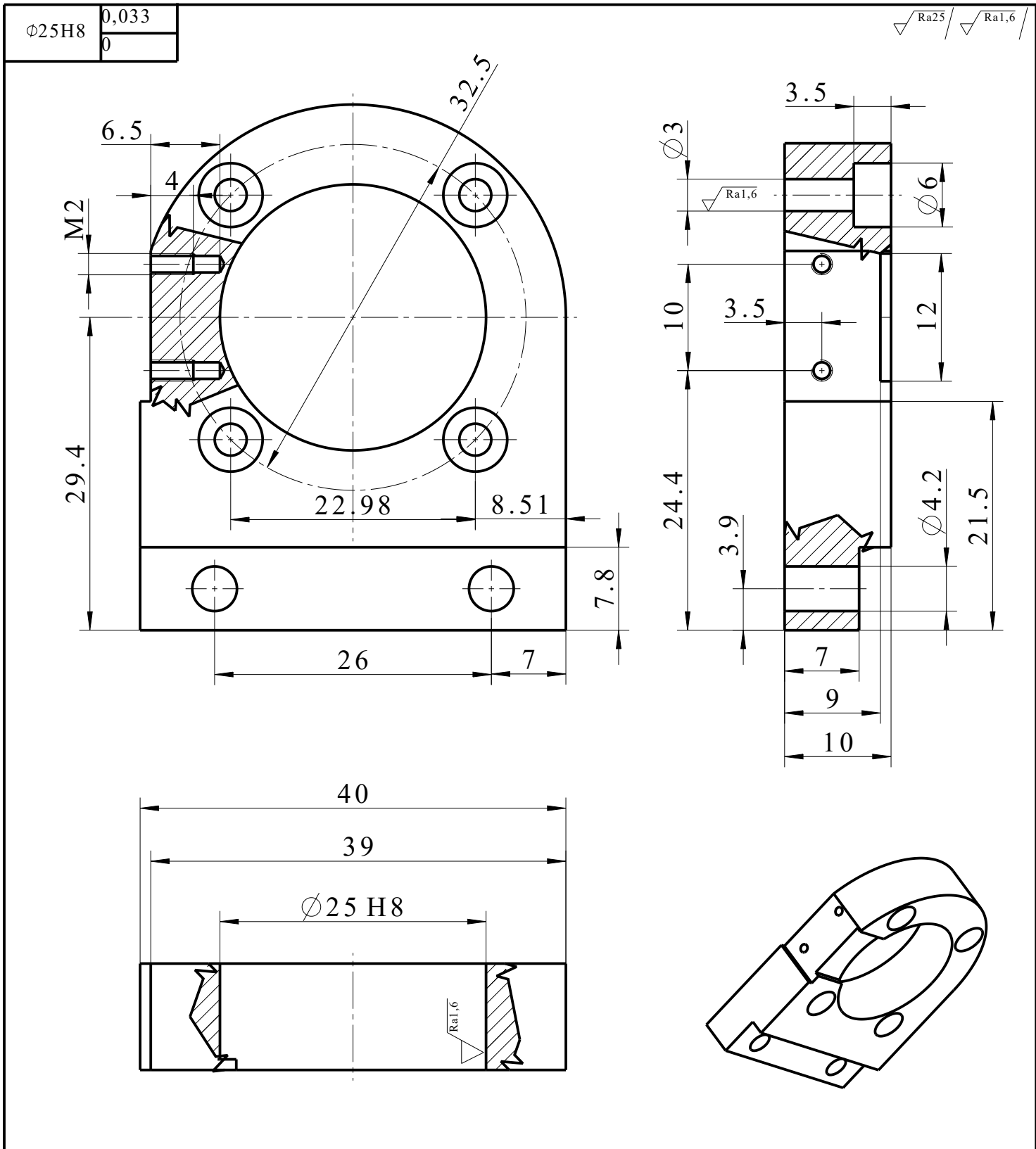
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:					
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :					
										Маса :		Размера: 1:1	
					Датум				Назив Подлога				
					Обрад.	Васић Јована							
					Станд.								
					Одобр.	Др Ложица Ивановић							
					ФИН Крагујевац 			Ознака : А4.01.02				Лист	
												Л	
Ст.и	Измена			Датум				Име	Изв.под. А3.00.01			Замена за :	

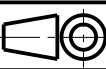
$\Phi 12H8$	0,027
	0
$\Phi 20r6$	0,041
	0,028

$\sqrt{Ra_{25}}$ / $\sqrt{Ra_{1,6}}$ $\sqrt{Ra_{3,2}}$



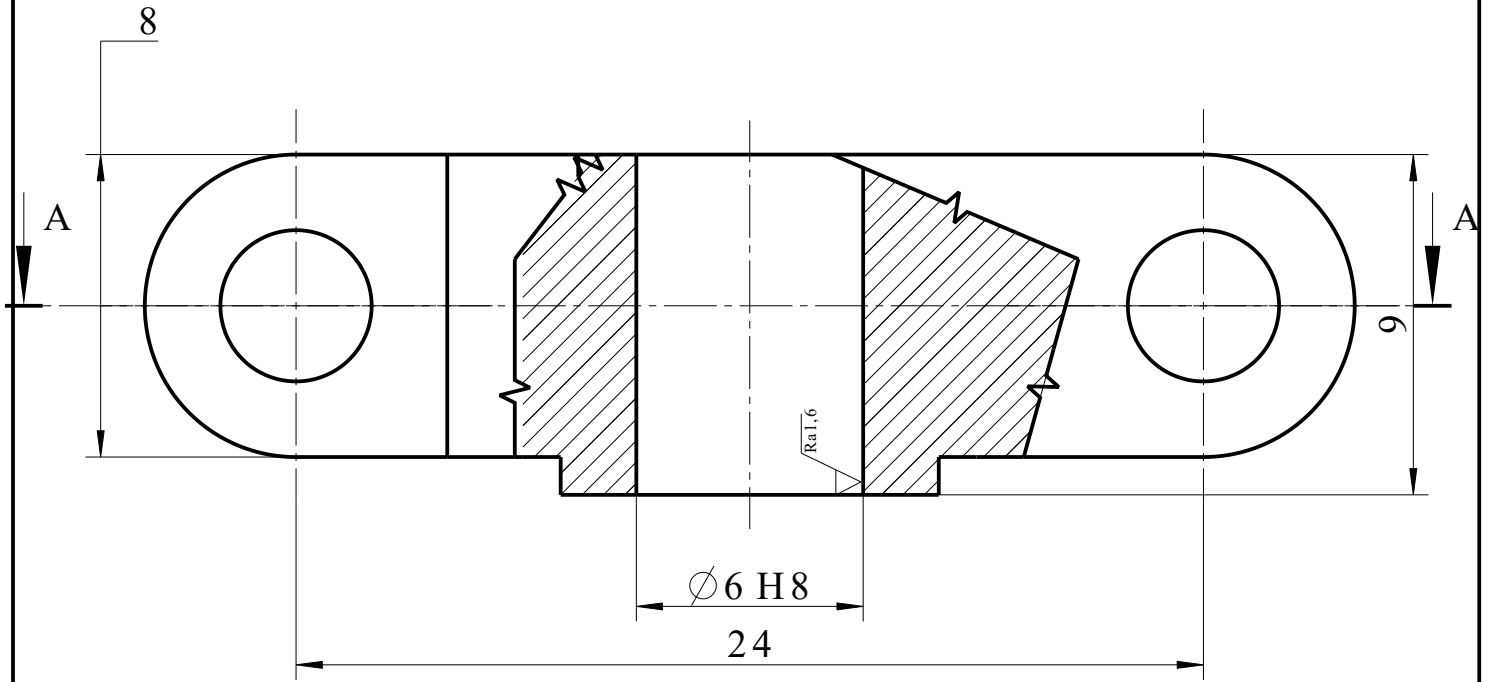
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:						
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :						
										Маса :		Размера: 5:1		
					Датум			Назив Прирубница 1						
					Обрад.	Васић Јована								
					Станд.									
					Одобр.	Др Лозица Ивановић		Ознака : А4.01.03						
					ФИН Крагујевац									
Ст.и	Измена		Датум	Име					Изд.под. А3.00.01				Замена за :	
												Лист		
												Л		



Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:					
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :					
									Маса :		Размера: 2:1		
				Датум				Назив Прирубница 2					
				Обрад.	Васић Јована								
				Станд.									
				Одобр.	Др Ложица	Ивановић							
				ФИН Крагујевац 				Ознака : A4.01.04		Лист			
												Л	
Ст.и	Измена	Датум	Име					Изв.под.		A3.00.01		Замена за :	

Ø6H8 0,018
0

✓Ra25/ ✓Ra1,6/



Пресек А-А

32

8

6

Ø4

2

3

3

150°

Ra1,6

10

Ø4

Толеранције слободних мера

Површинска храпавост

Површинска заштита:

Материјал : Алуминијум

Термичка обрада :



Маса :

Размера: 5:1

Датум

Обрад. Васић Јована

Станд.

Одобр. Др Ложица Ивановић

Назив

Прирубница 3

ФИН
Крагујевац



Ознака :

A4.01.05

Лист

Л

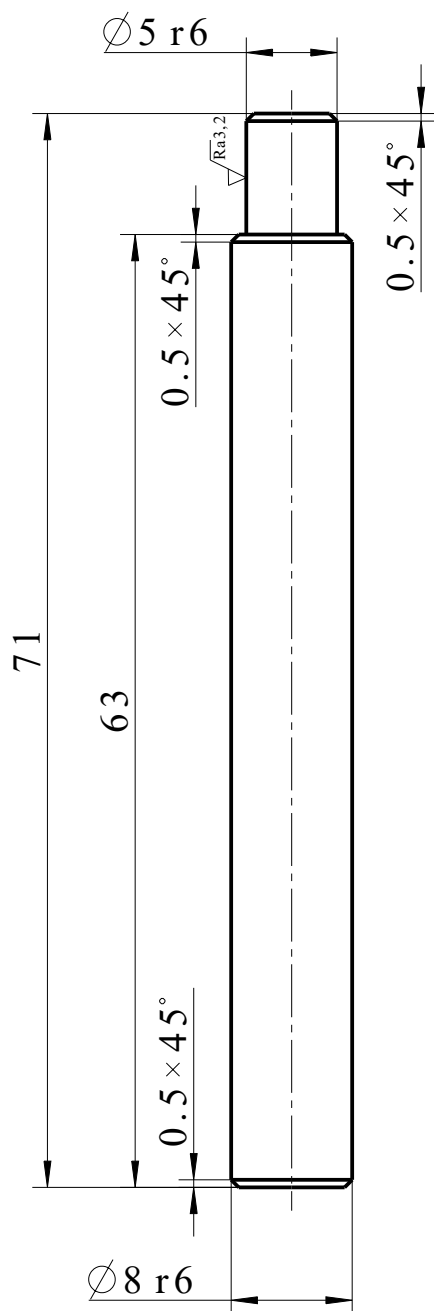
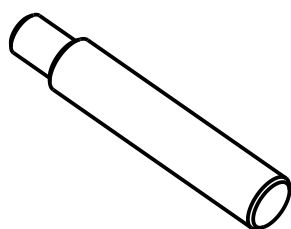
Ст.и Измена Датум Име

Изв.под. А3.00.01

Замена за :

Ø5r6	0,023
	0,015
Ø8r6	0,028
	0,019

▽ Ra25 / ▽ Ra3,2



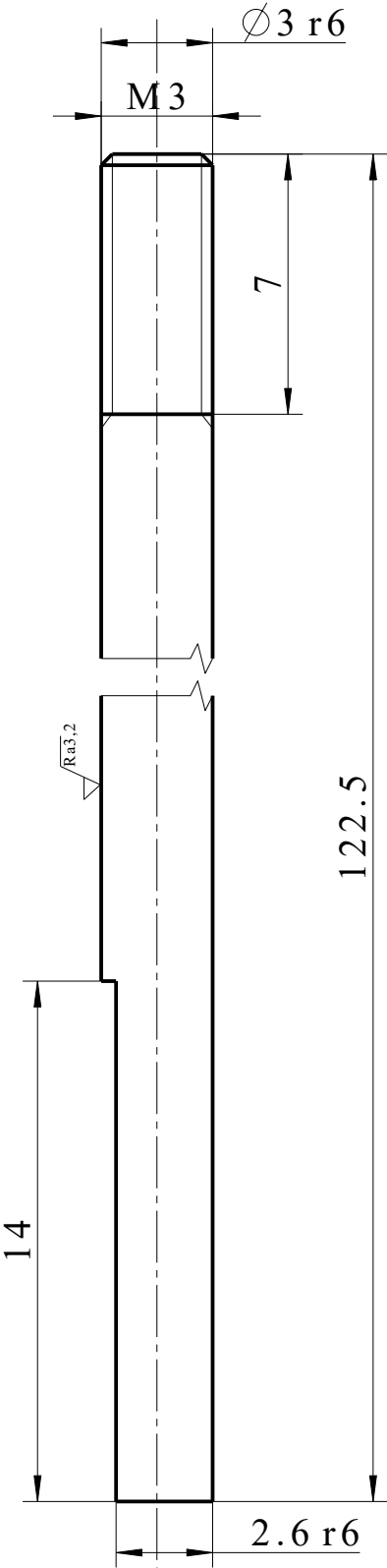
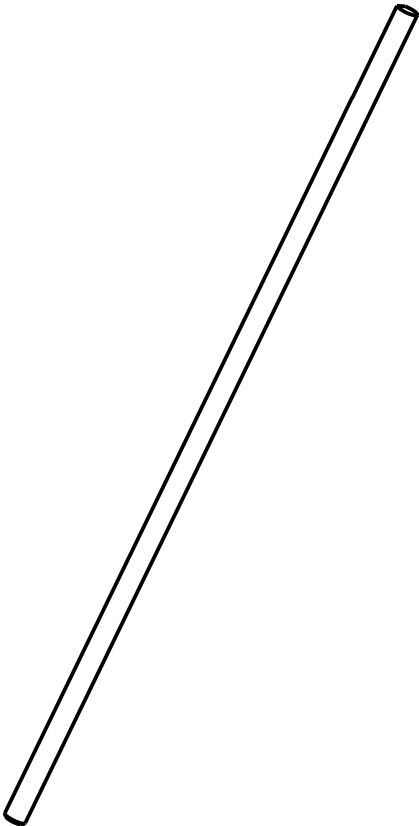
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост		Површинска заштита:	
Материјал : Конструкциони челик						Термичка обрада :	
						Маса :	Размера: 2:1
				Датум		Назив Вратило 2	
				Обрад. <i>Васић Јована</i>			
				Станд.			
				Одобр. <i>Др Лозица Ивановић</i>			
				ФИН Крагујевац 		Ознака :	Лист
						A4.01.09	
Ст.и	Измена	Датум	Име	Изв.под. A3.00.01		Замена за :	

Ø3r6	0,016
	0,010
2,6r6	0,041
	0,028

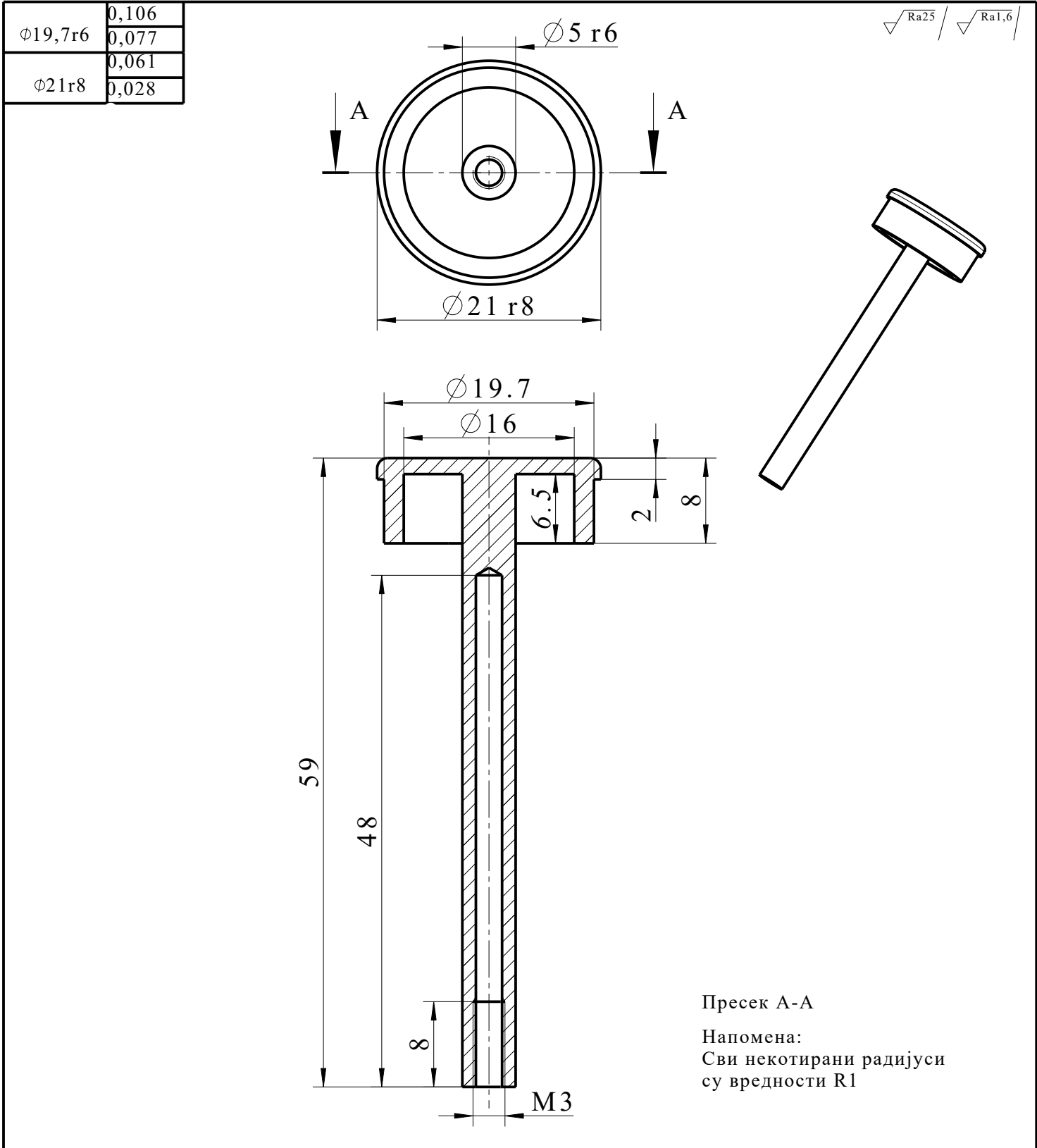
Ra25

Ra3,2

/



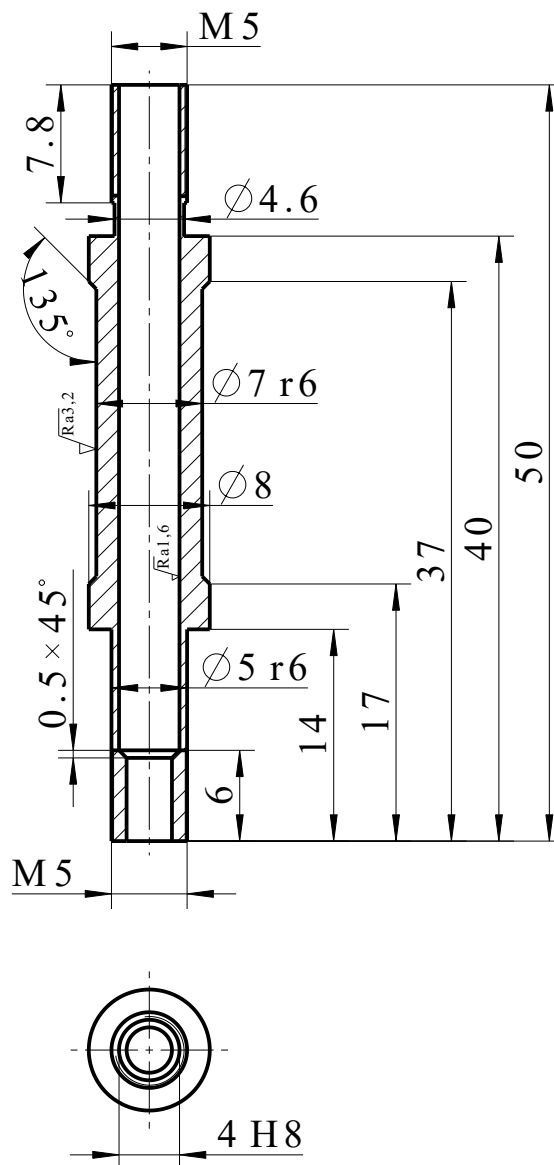
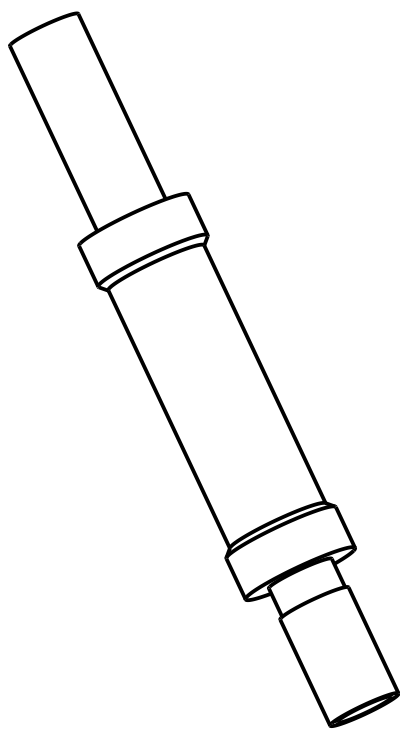
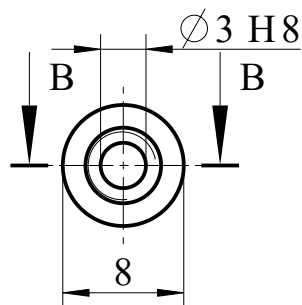
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:							
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :							
										Маса :		Размера: 5:1			
					Датум				Назив Вратило 3						
					Обрад.		Васић Јована								
					Станд.										
					Одобр.		Др Лозица Ивановић								
									Ознака : А4.01.10						
									Лист						
Ст.и	Измена			Датум	Име	ФИН Крагујевац				Изв.под.		А3.00.01		Замена за :	



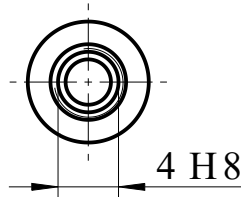
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:					
Материјал :								Термичка обрада :					
		Алуминијум								Маса :		Размера: 2:1	
				Датум				Назив Вођица 1					
				Обрад.		Васић Јована							
				Станд.									
				Одобр.		Др Лозица Ивановић							
				ФИН Крагујевац 				Ознака :		A4.01.12		Лист	
		Л											
Ст.и	Измена	Датум	Име					Изд.под.		A3.00.01		Замена за :	

Ø3H8	0,014
	0
Ø4H8	0,018
	0
Ø5r6	0,023
	0,015
Ø7r6	0,028
	0,019

$\sqrt{Ra2,5}$ / $\sqrt{Ra1,6}$ / $\sqrt{Ra3,2}$

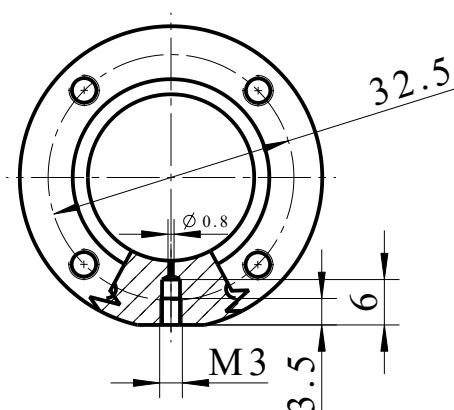
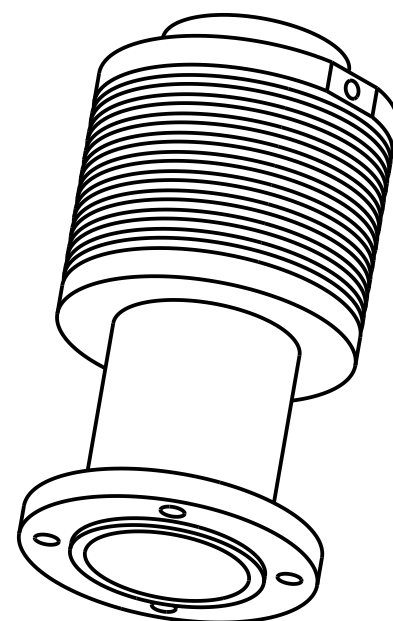


Пресек В-В



Толеранције слободних мера		Површинска храпавост		Површинска заштита:									
Материјал : Конструкциони челик				Термичка обрада :									
				Маса :	Размера: 2:1								
<table border="1"> <tr><td>Датум</td><td></td></tr> <tr><td>Обрад.</td><td>Васић Јована</td></tr> <tr><td>Станд.</td><td></td></tr> <tr><td>Одобр.</td><td>Др Ложица Ивановић</td></tr> </table>				Датум		Обрад.	Васић Јована	Станд.		Одобр.	Др Ложица Ивановић	Назив Вођица 2	
Датум													
Обрад.	Васић Јована												
Станд.													
Одобр.	Др Ложица Ивановић												
ФИН Крагујевац				Ознака : A4.01.13	Лист Л								
Ст.и	Измена	Датум	Име	Изв.под. A3.00.01	Замена за :								

$$\sqrt{\text{Ra}_{25}} / \sqrt{\text{Ra}_{1,6}} \sqrt{\text{Ra}_{3,2}}$$

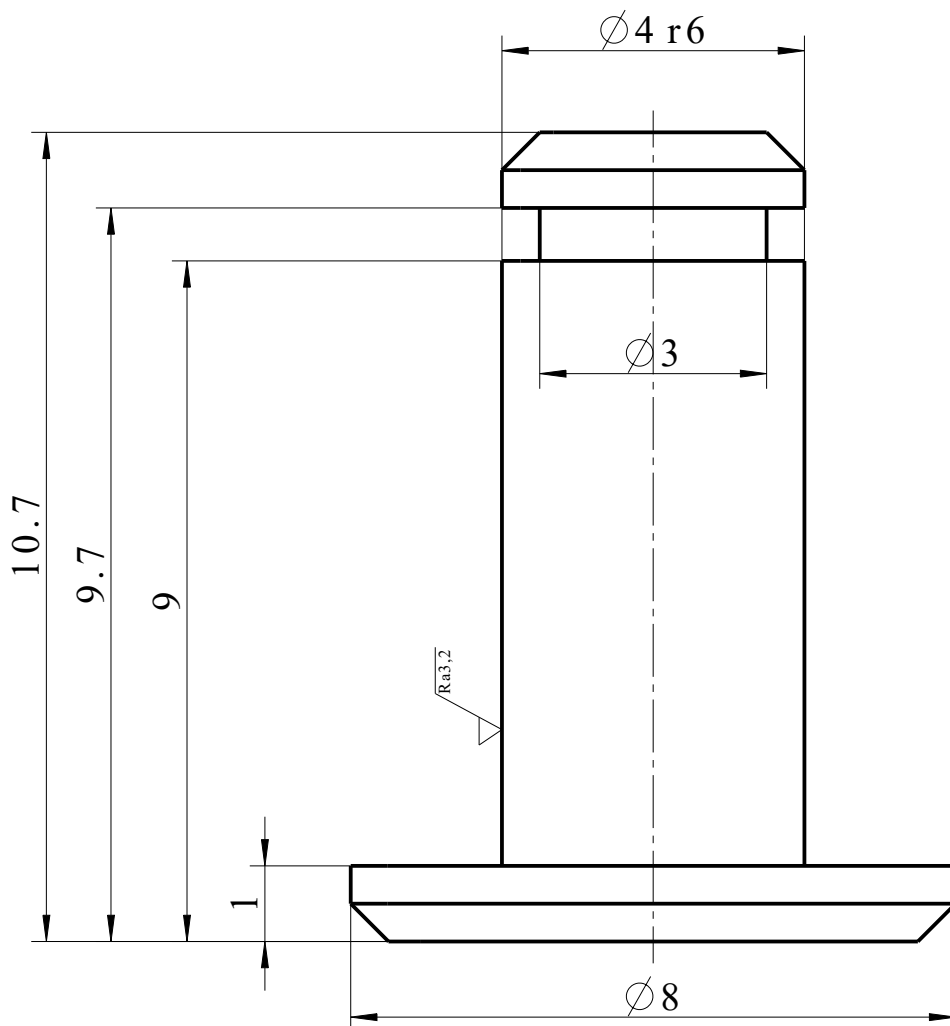
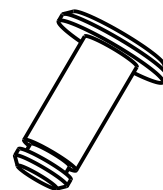


Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:			
Материјал : Бронза								Термичка обрада :			
								Маса :		Размера: 1:1	
				Датум				Назив Расхладни цилиндар			
				Обрад.		Васић Јована					
				Станд.							
				Одобр.		Др Лозица Ивановић					
				ФИН Крагујевац 		Ознака : A4.01.15				Лист	
										Л	
Ст.и	Измена	Датум	Име			Изв.под. A3.00.01				Замена за :	

Ø4r6

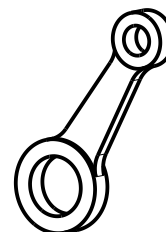
0,023
0,015

▽ Ra25 / ▽ Ra3,2

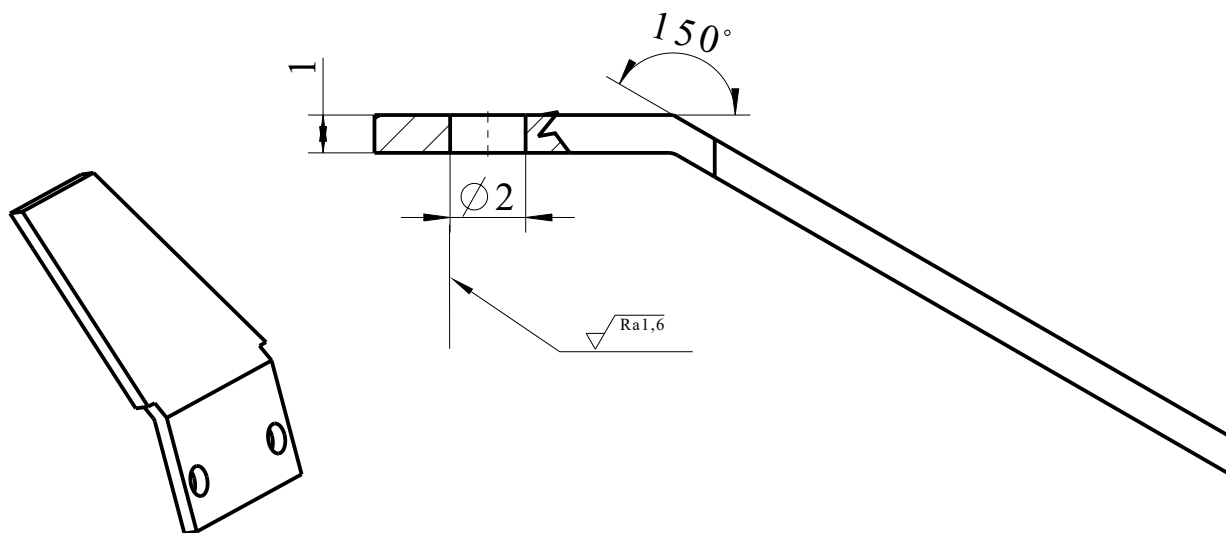
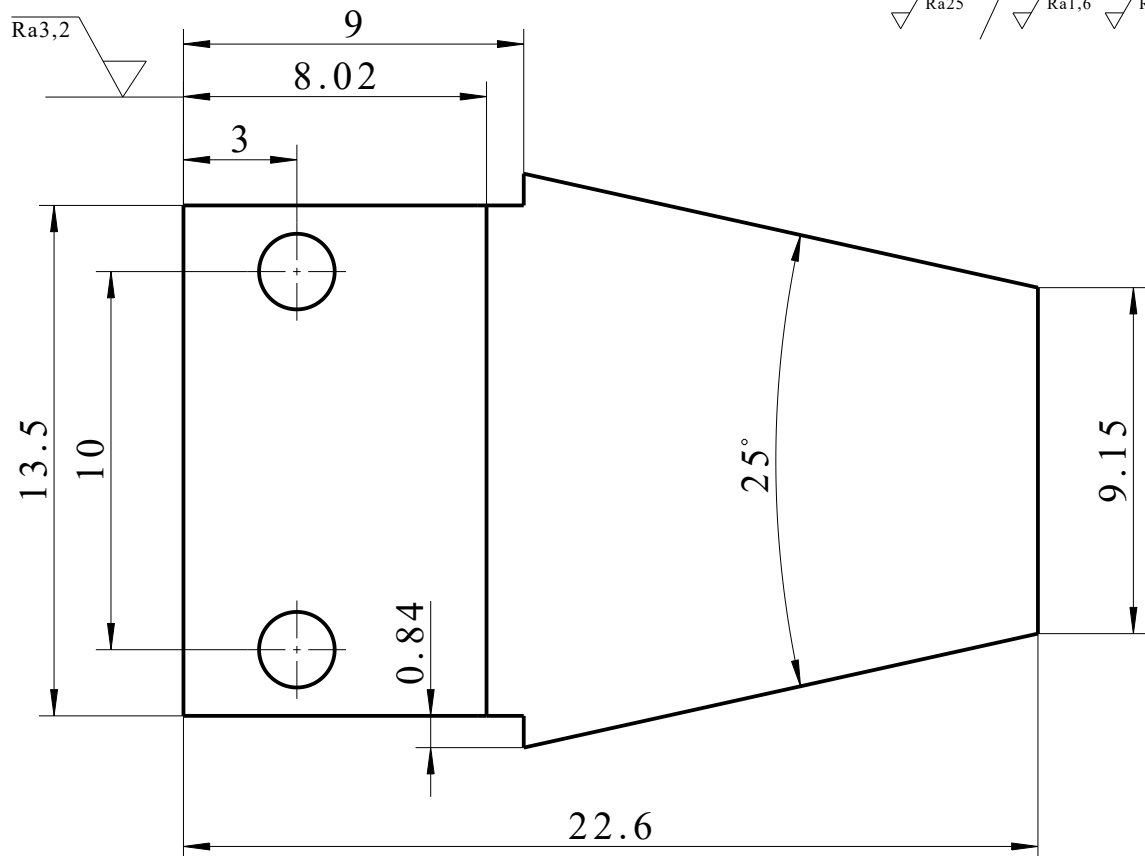


Напомена: Димензија свих некотираних закошених ивица износи 0,5x45°

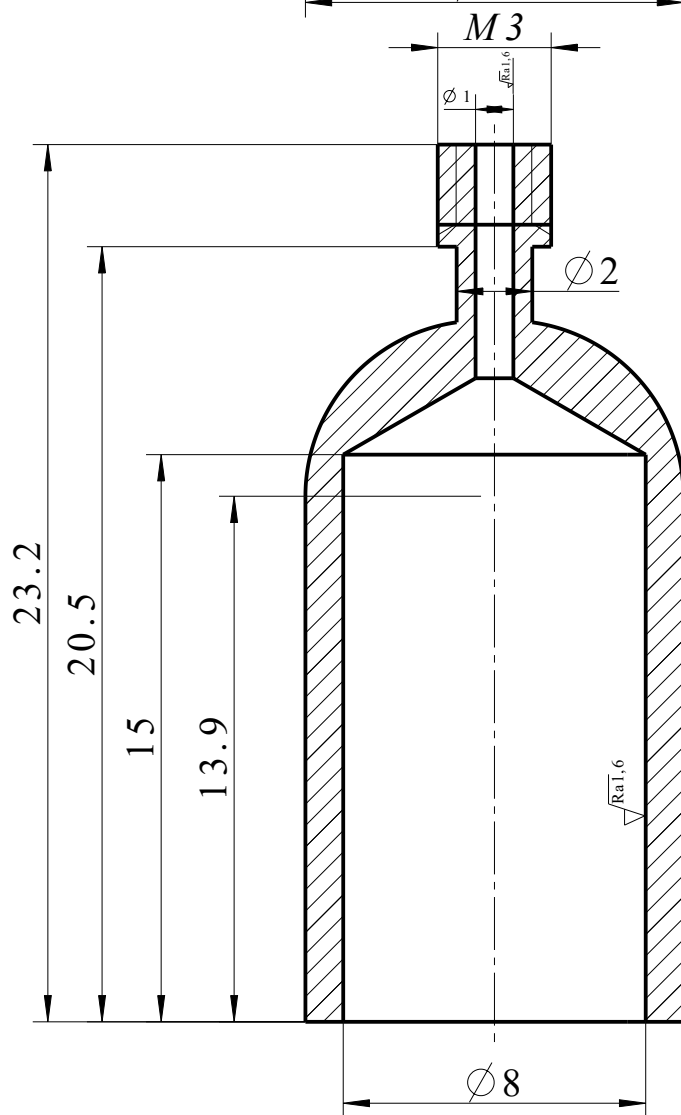
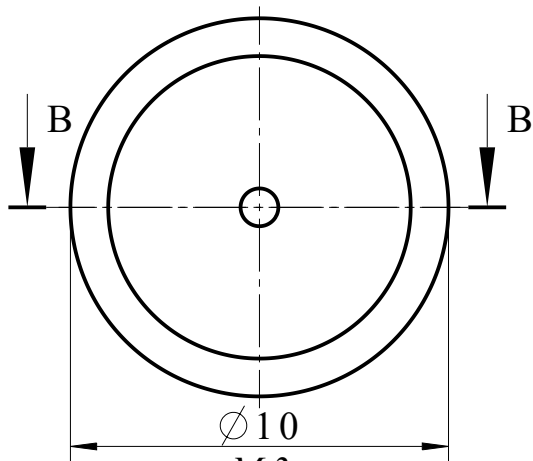
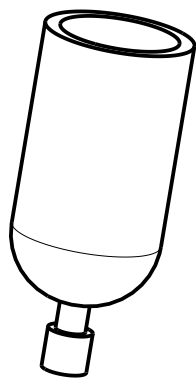
Толеранције слободних мера		Површинска храпавост		Површинска заштита:													
Материјал : Конструкциони челик				Термичка обрада :													
				Маса :	Размера: 10:1												
<table border="1"> <tr><td>Датум</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Обрад.</td><td>Васић Јована</td><td></td></tr> <tr><td>Станд.</td><td colspan="2"></td></tr> <tr><td>Одобр.</td><td>Др Ложица</td><td>Ивановић</td></tr> </table>				Датум			Обрад.	Васић Јована		Станд.			Одобр.	Др Ложица	Ивановић	Назив Клип	
Датум																	
Обрад.	Васић Јована																
Станд.																	
Одобр.	Др Ложица	Ивановић															
ФИН Крагујевац				Ознака : A4.01.17	Лист Л												
Ст.и	Измена	Датум	Име	Изв.под. A3 00 01	Замена за :												

$$\sqrt{\text{Ra}_{25}} / \sqrt{\text{Ra}_{1,6}} \quad \sqrt{\text{Ra}_{3,2}}$$


Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:			
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :			
								Маса :		Размера: 5:1	
				Датум				Назив <			

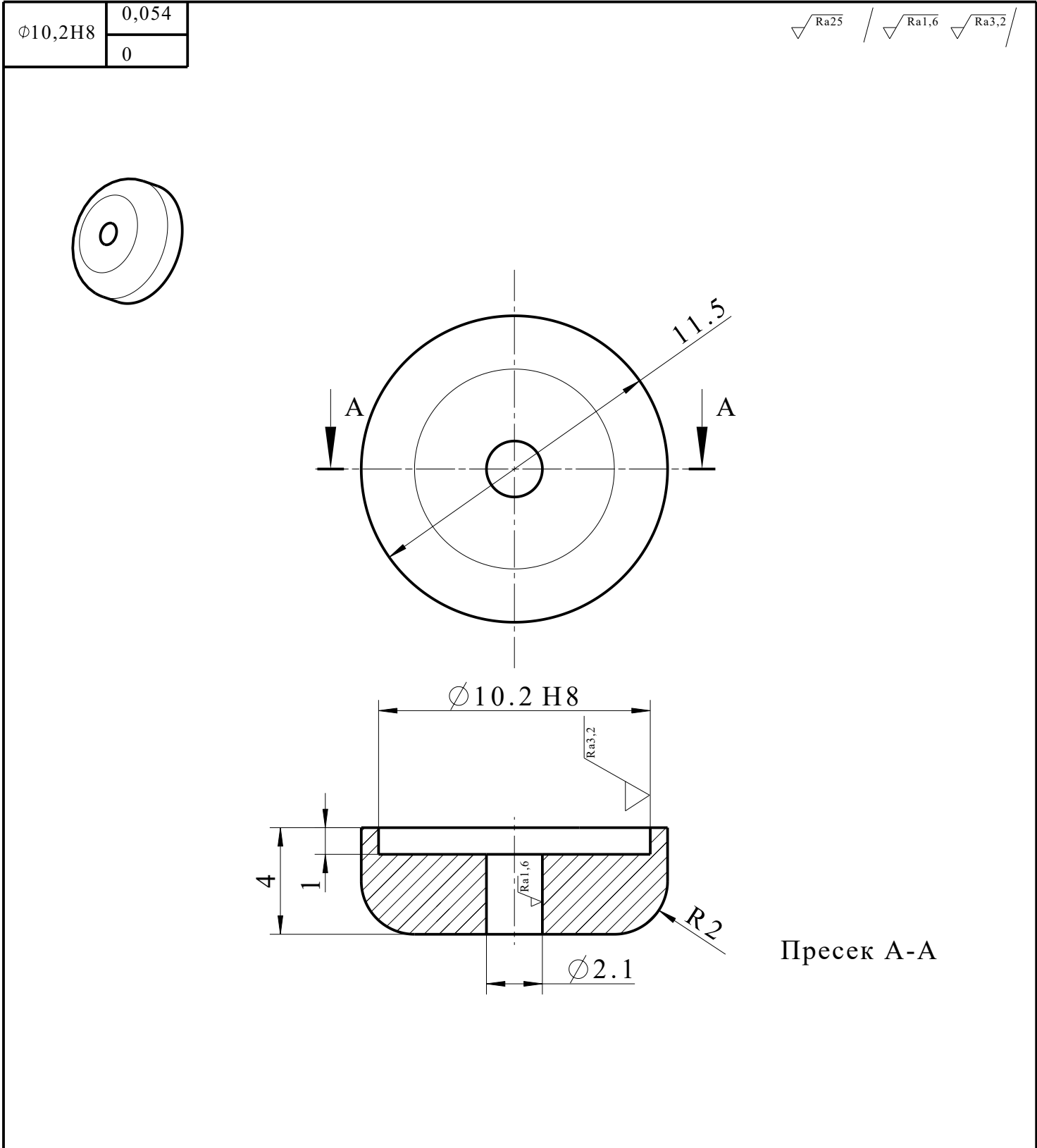


Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:							
Материјал : Конструкциони челик								Термичка обрада :							
										Маса :		Размера: 5:1			
							Датум	Назив Плоча за одвод уља							
							Обрад.						Васић Јована		
							Станд.								
							Одобр.						Др Лозица Ивановић		
							ФИН Крагујевац 		Ознака : A4.01.20				Лист		
						Л									
Ст.и	Измена			Датум	Име	Изв.под. A3.00.01				Замена за :					



Пресек В-В

Толеранције слободних мера				Површинска храпавост			Површинска заштита:			
Материјал : Алуминијум							Термичка обрада :			
								Маса :	Размера: 5:1	
				Датум	Назив Резервоар					
				Обрад.					Васић Јована	
				Станд.						
				Одобр.	Др Ложица	Ивановић	Ознака : A4.01.21			
				ФИН Крагујевац 						
Ст.и	Измена		Датум	Име	Изв.под.			A3.00.01	Замена за :	
								Лист		
								Л		

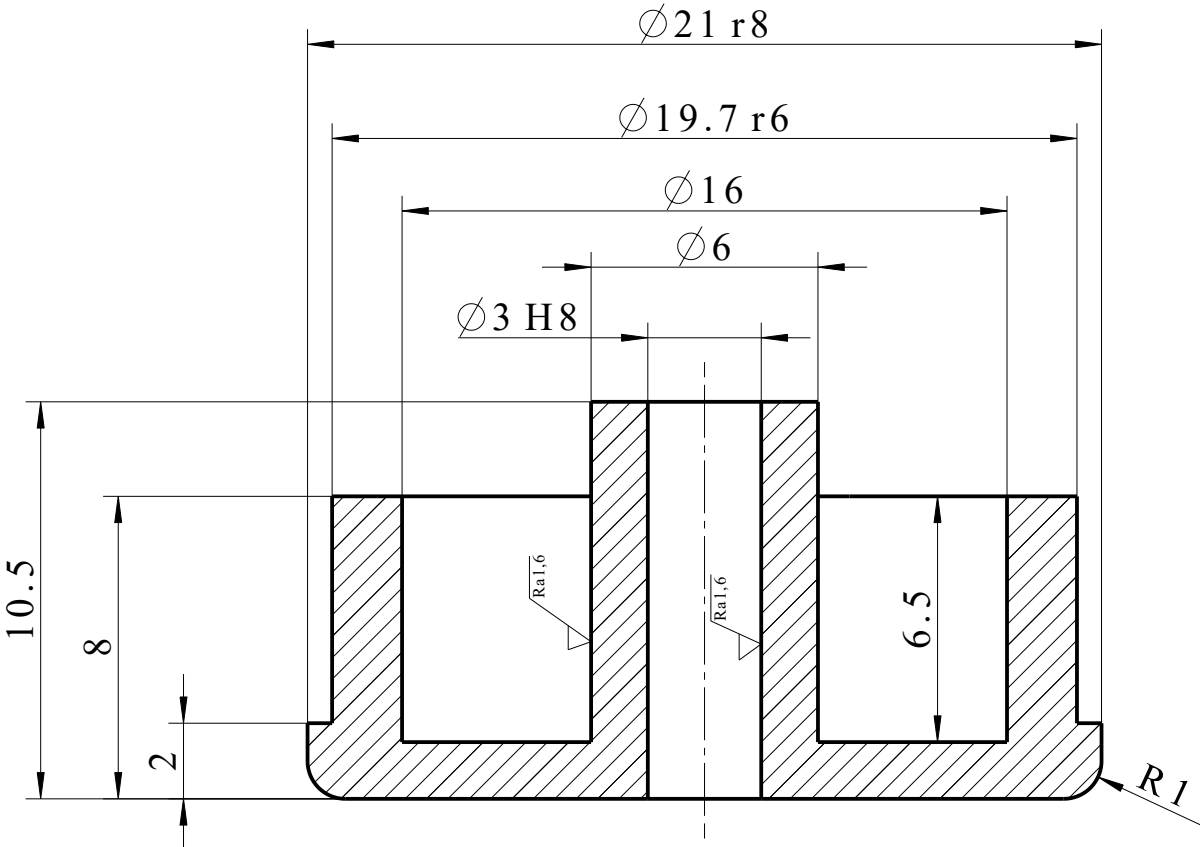
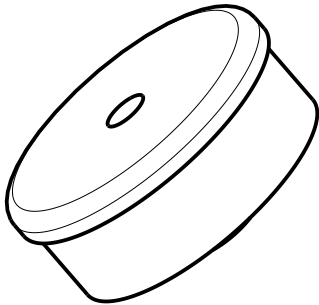


Толеранције слободних мера				Површинска храпавост		Површинска заштита:	
Материјал : Алуминијум						Термичка обрада :	
						Маса :	Размера: 5:1
				Датум	Назив Поклопац резервоара		
				Обрад. <i>Васић Јована</i>			
				Станд.			
				Одобр. <i>Др Лозица</i> <i>Ивановић</i>			
				ФИН Крагујевац		Ознака : A4.01.22	Лист
						Л	
Ст.и	Измена	Датум	Име	Изв.под. A3.00.01		Замена за :	

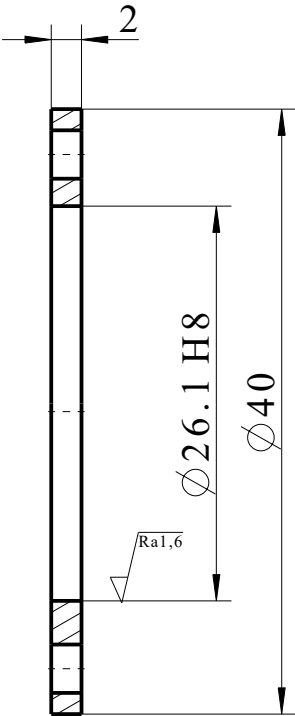
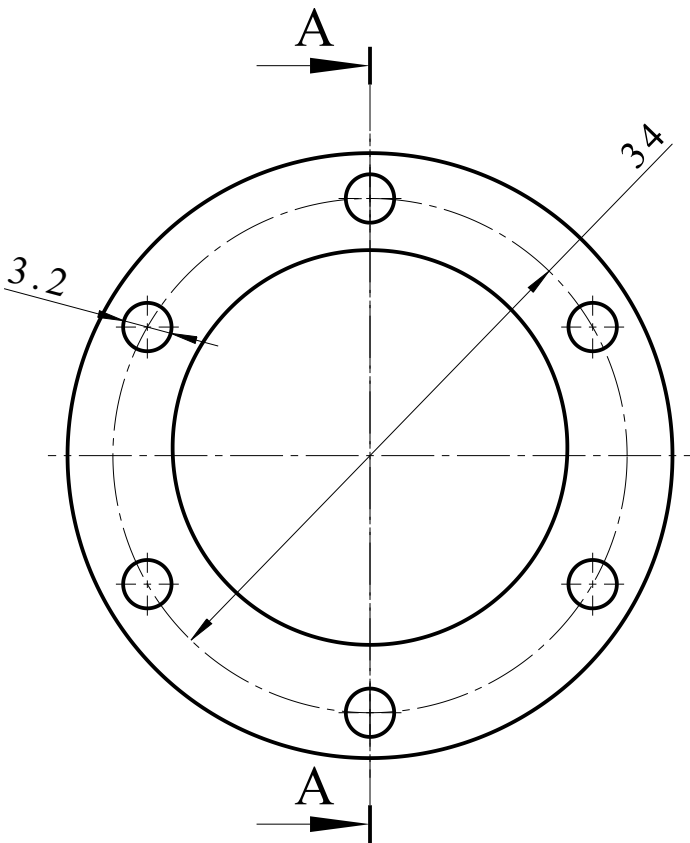
Ø19,7r6	0,106
	0,077
Ø21r8	0,061
	0,028

✓ Ra25

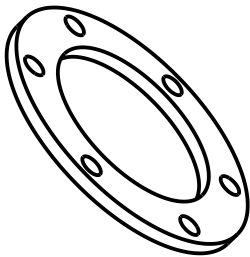
✓ Ra1,6



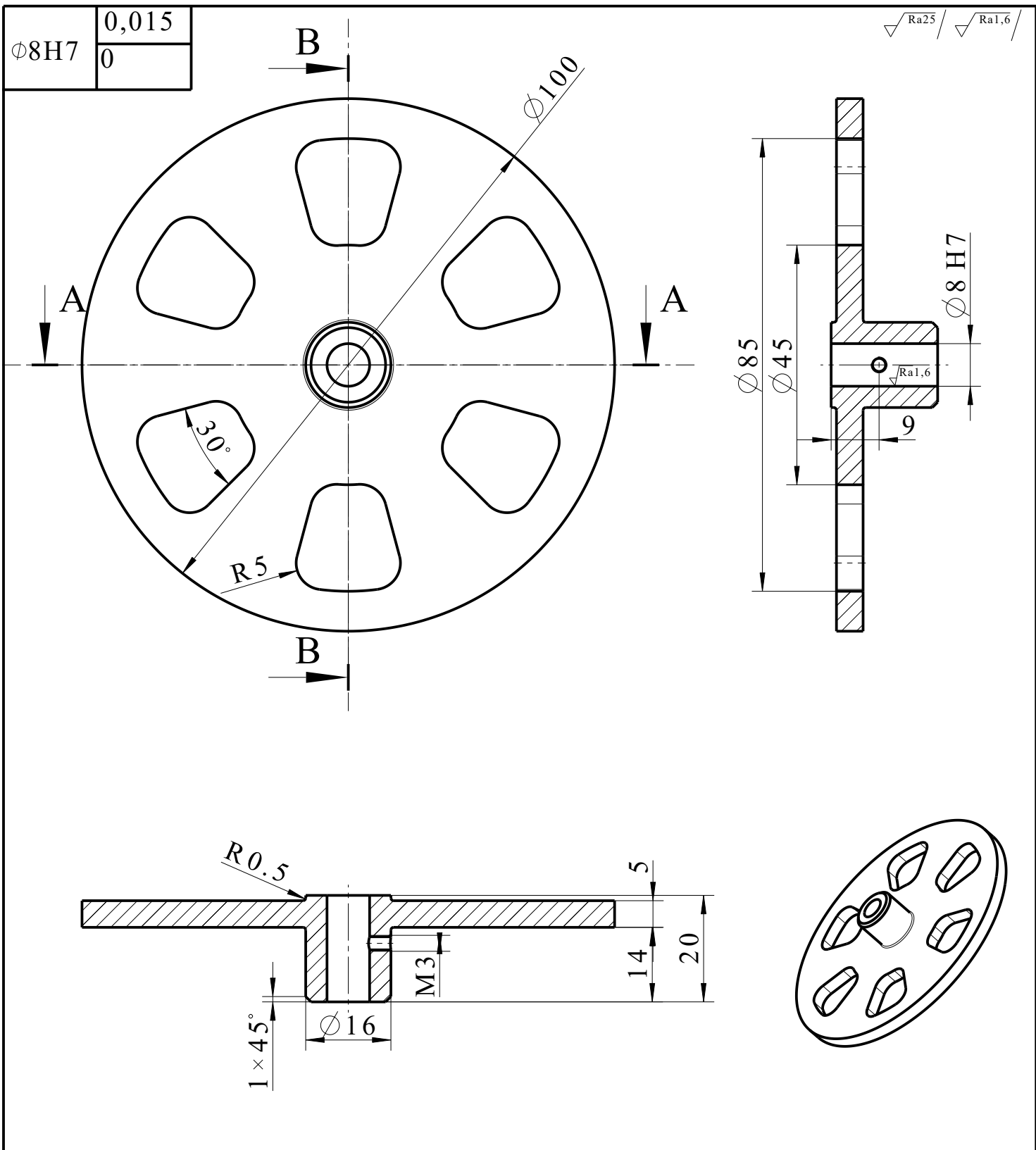
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост		Површинска заштита:		
Материјал : Алуминијум						Термичка обрада :		
						Маса :	Размера: 5:1	
				Датум		Назив Поклопац вођице		
				Обрад.	Васић Јована			
				Станд.				
				Одобр.	Др Лозица Ивановић			
				ФИН Крагујевац		Ознака :	А4.01.23	Лист
Ст.и	Измена	Датум	Име			Изв.под.	А3.00.01	Замена за :



Пресек А-А



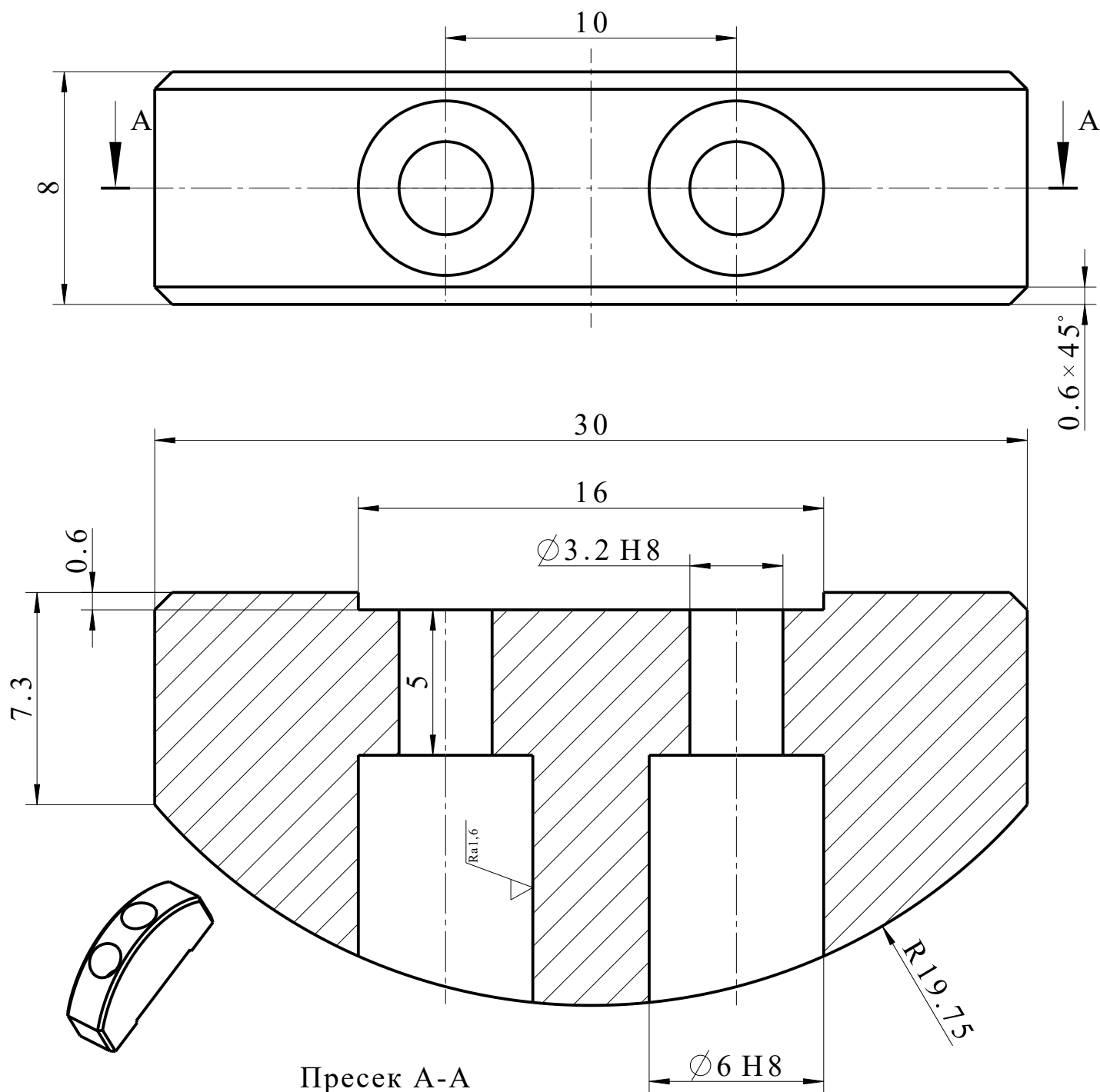
Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:						
Материјал : Пластична маса								Термичка обрада : 						
										Маса :		Размера: 1:1		
					Датум				Назив Подлошка					
					Обрад.	Васић Јована								
					Станд.									
					Одобр.	Др Лозица Ивановић								
					ФИН Крагујевац			Ознака : A4.01.24				Лист		
								A3.00.01				Л		
Ст.и	Измена		Датум	Име					Изд.под.		А3.00.01		Замена за :	



Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:											
Материјал : Алуминијум								Термичка обрада :											
										Маса :		Размера: 1:1							
				Датум				Назив Управљач											
				Обрад.		Васић Јована													
				Станд.															
				Одобр.		Др Ложица Ивановић													
				ФИН Крагујевац				Ознака : A4.01.25						Лист					
														Л					
Ст.и		Измена						Датум		Име		Изв.под. A3.00.01				Замена за :			

Φ3,2H8	0,039
	0
Φ6H8	0,018
	0

▽ Ra25 / ▽ Ra1,6

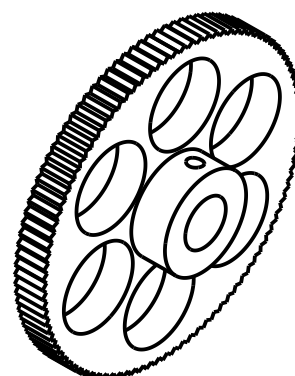
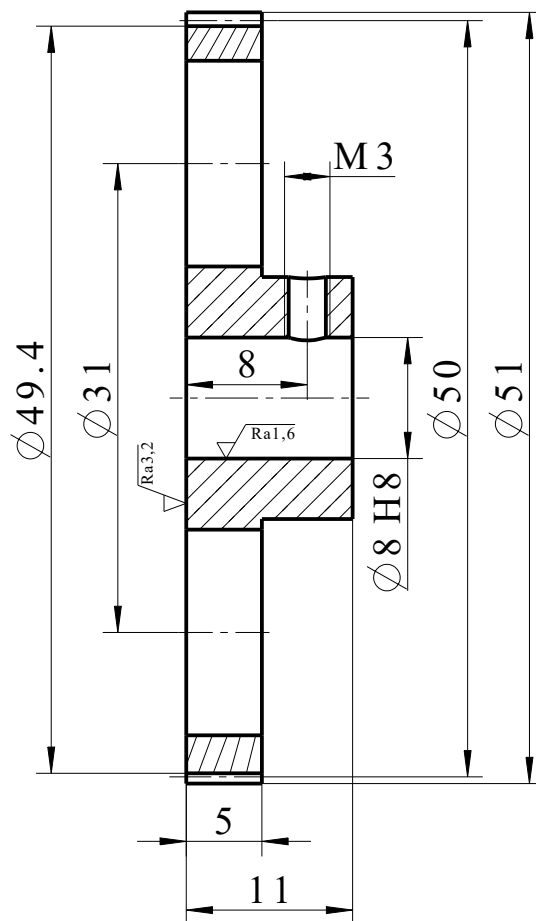
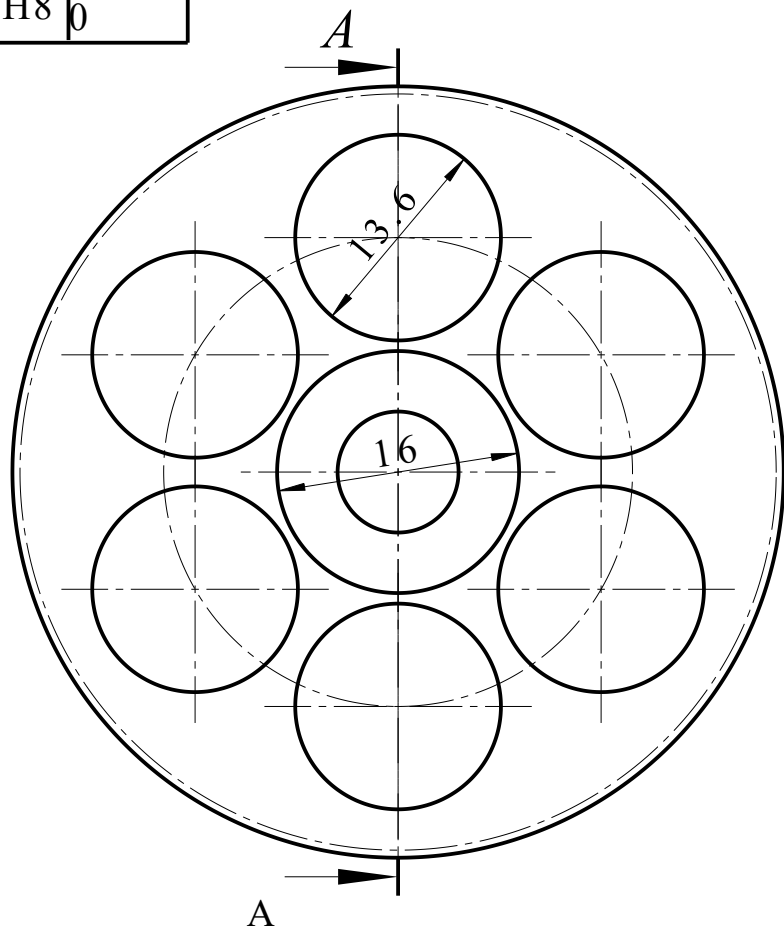


Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:			
Материјал : Конструкциони челик								Термичка обрада :			
								Маса :		Размера: 5:1	
				Датум				Назив Противтег			
				Обрад.	Васић Јована						
				Станд.							
				Одобр.	Др Лозица Ивановић						
				ФИН Крагујевац 				Ознака : A4.01.26		Лист	
										Л	
Ст.и	Измена		Датум					Име	Изв.под. A3.00.01		

Ø8H8	0,022
	0

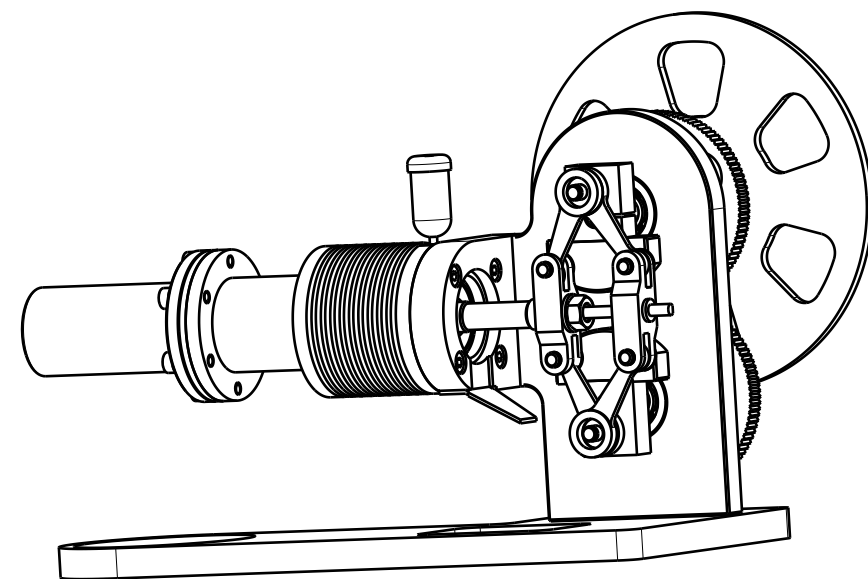
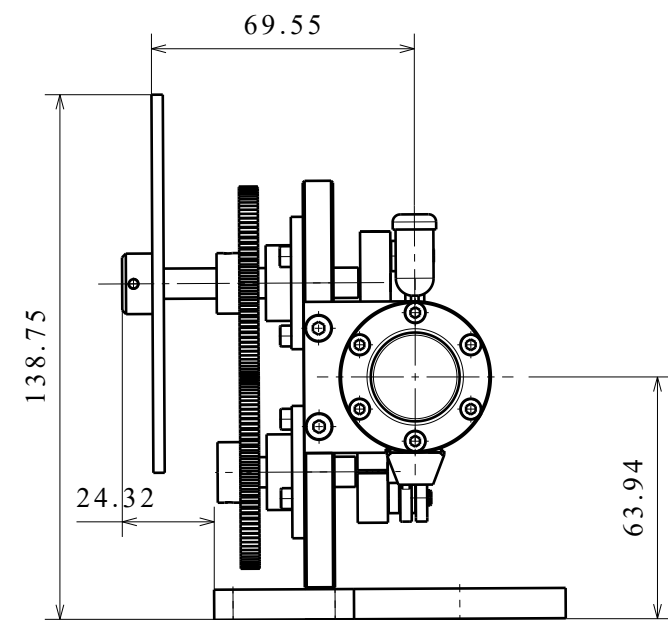
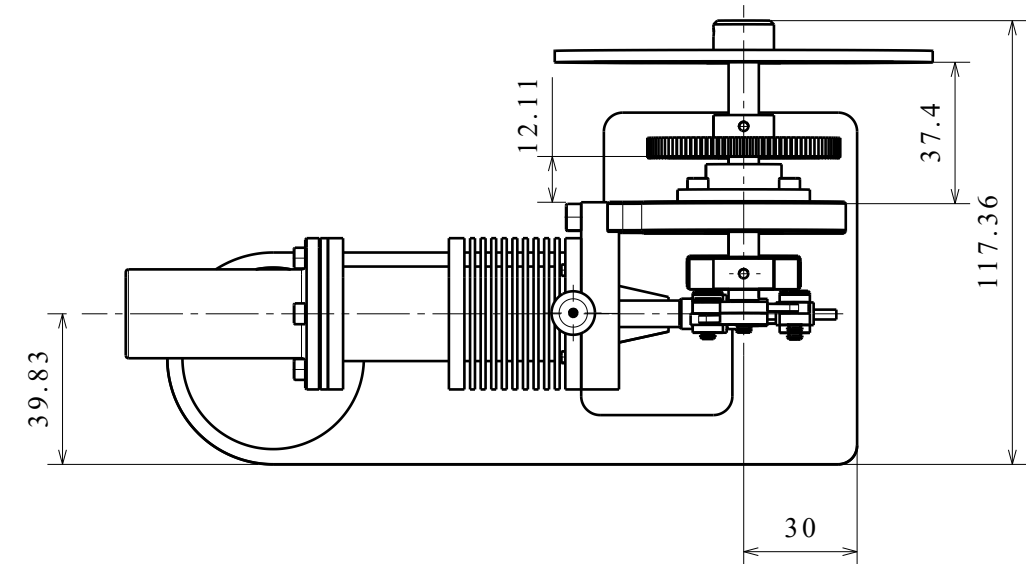
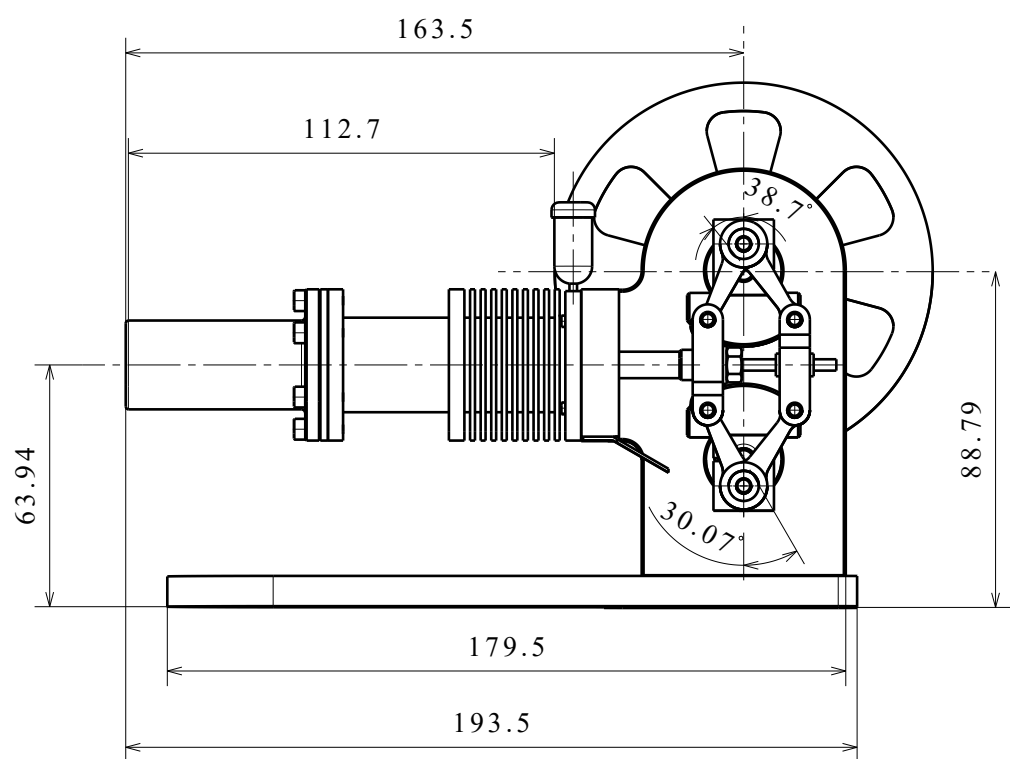
$\sqrt{Ra25}$	$\sqrt{Ra1,6}$	$\sqrt{Ra3,2}$
---------------	----------------	----------------

Пресек А-А

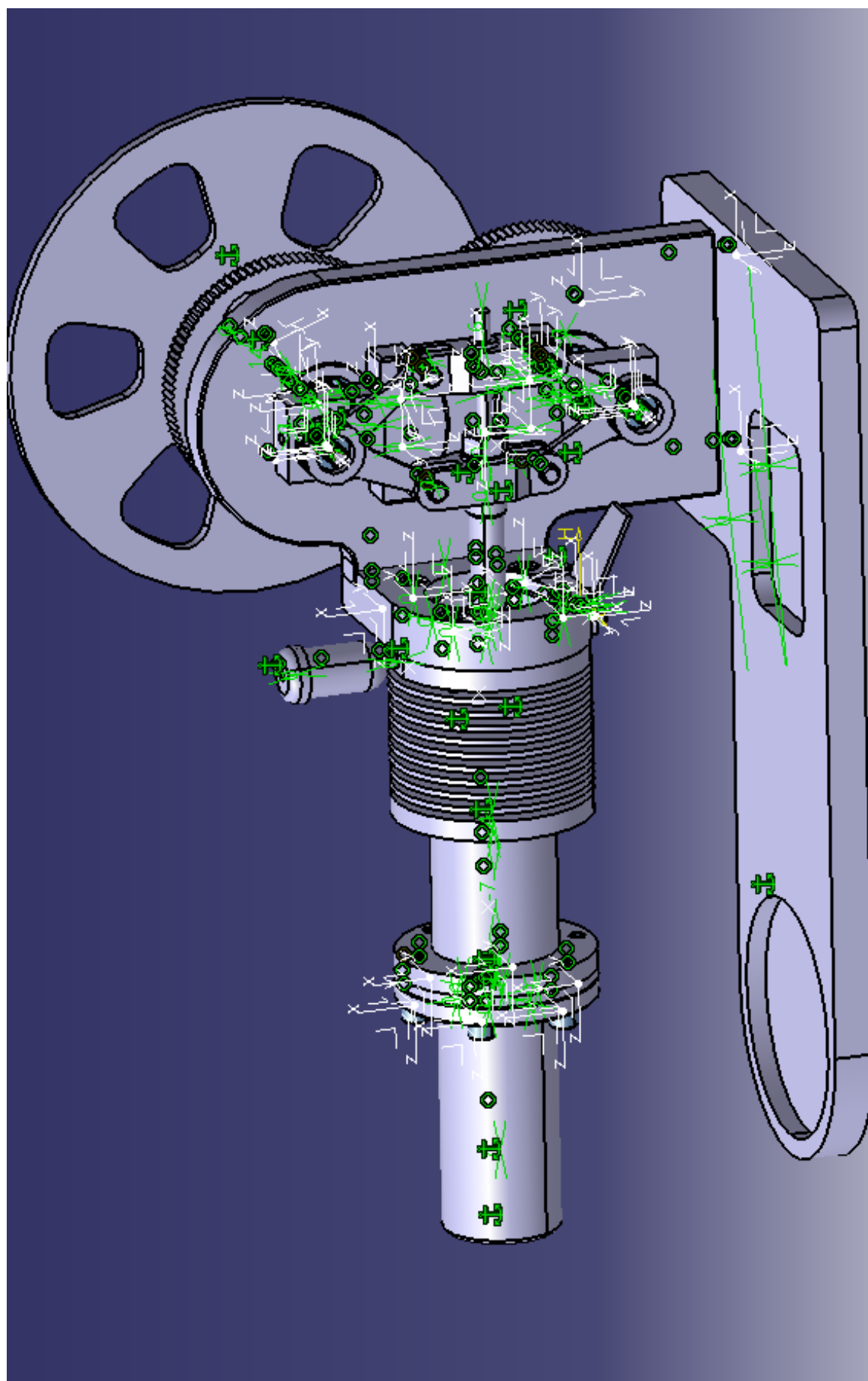


Подаци	Ознака	Вредност	Димензија
Број зубаца	Z1	100	
Број зубаца	Z2	100	
Модул	m	0,5	mm
Подеони пречник	dp	50	mm
Темени пречник	da	51	mm
Подножни пречник	dt	49,4	mm

Толеранције слободних мера				Површинска храпавост				Површинска заштита:			
Материјал : Бронза								Термичка обрада :			
								Маса :		Размера: 2:1	
				Датум				Назив 			



Толеранција слободних мера				Површинска храпавост			Површинска заштита		
Материјал				Конструкциони челик, Алуминијум, Бронза, Пластична маса			Термичка обрада		
							Формат	Маса	Размера 1:2
				Датум			Назив: Стирлингов мотор		
				Обрад.	Васић Јована				
				Станд.					
				Одобр.	Др Лозица И.Ивановић				
				ФИН Крагујевац			Ознака: A3.00.01		Лист:
Ст.и.	Измене	Датум	Име						Л
							Изв. под.		Замена за:



Закључак

Машински склоп представља скуп свих делова који су међусобно повезани. За саму производњу и експлоатацију једног дела потребно је идеју спровести у реализацију. Завршна фаза тог пута јесте конструкциона документација којом се врши опис саме идеје, циља, стандарда, начин одржавања и употребе и опис самог склопа. Конструкциона документација представља скуп свих технички цртежа свих делова који чине склоп, цртежа самог склопа, цртежа пресека заједно са правилно попуњеним заглављем и саставницом. Циљ конструкционе документације јесте лакша комуникација стручних лица уз помоћ стандарда. За саму израду конструкционе документације потребно је предзнање из разних сектора као што су познавање тржишта, експлоатације, економије, индустрије, стандарда, производње и начин спајања у целину.

За израду једног 3D модела потребно је и познавање рада неког CAD софтвера (*Computer Aided Design* – Компјутерски подржано дизајнирање), као што су CATIA, Inventor ili Solid Works који омогућавају моделирање делова и самог склопа као и израду целокупне конструкционе документације.

При самој изради конструкционе документације још је потребно и познавање површинских обрада датих делова које се морају одрадити при производњи као и налегања који се јављају при међусобном спајању делова а која се при изради документације морају означити својом ознаком и стандардом.

Стандардом су прописани облик и садржај заглавља и саставнице које су саставни део конструкционе документације и кроз које се даје опис дела или склопа као што су ознаке, формат папира, размера, материјал, пресек, површинска обрада, толеранције, одговорно лице као и позиције делова у склопу.

Литература

- [1] Вуковић В., Вуковић М., Кнежевић И., Бојанић М.: Основе машинства – прво издање, ПИМ, Бања Лука, 2015.
- [2] Ивановић Л., Ерић М.: Техничко цртање са компјутерском графиком – Практикум, ФИН, Крагујевац, 2015.
- [3] Огњановић М.: Конструисање машина, Машински факултет, Београд, 2000.
- [4] Ивановић Л.: Техничко цртање, ауторизована предавања (скрипта), 2008.
- [5] Јовичић С., Марјановић Н.: Основи конструисања, ФИН, Крагујевац, 2018.
- [6] <http://dibujotecnico.edu.umh.es/category/conjunto-motor-stirling/?fbclid=IwAR003dsTfnpdA555ZxA8YsfGHOaGFF3uEtwVkVsLlutMUJPuS64wM5U78A>, приступљено 22.08.2019.
- [7] <http://www.paluba.info/smf/index.php/topic,13444.0.html>, приступљено 22.08.2019.
- [8] Вуковић Б., Вуковић М., Кнежевић И., Бојанић М.: Основе машинства – прво издање, ПИМ, Бања Лука, 2015.
- [9] Ивановић Л.: Техничко цртање, ауторизована предавања (скрипта - заглавље), 2008.
- [10] <https://www.traceparts.com/en/product/seeger-orbis-ra-rings-for-shafts-din-6799?Product=32-07092009-102879>, приступљено 05.08.2019.
- [11] Николић В.: Машински елементи, теорија, прорачун и примери, ФИН, Крагујевац, 2004.
- [12] <http://www.paluba.info/smf/index.php/topic,13444.0.html>, приступљено 15.08.2019.
- [13] Марјановић Н., Основе 3D моделирања у САД софтверима, Крагујевац, 2018