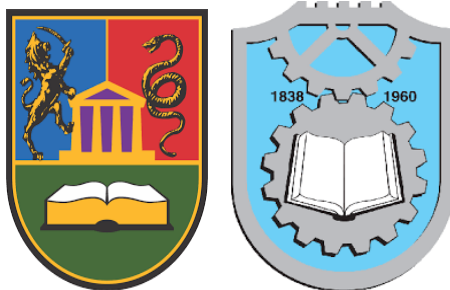


**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Енергетика и процесна техника

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Пренос снаге флуидом

Број индекса: 121/2015

Вељко Д. Младеновић

**Примена софтверског пакета SolidWorks
за пројектовање брзоделујуће спојнице**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. др Душан Гордић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

ПРИЛОГ 3: Образац пријаве завршног рада



**Универзитет у Крагујевцу
Факултет инжењерских наука**



Основне студије: **Машинско инжењерство**

Студијско подручје (усмерење): **Енергетика и процесна техника**

Име и презиме: **Вељко Младеновић**

Број индекса: **121/2015**

ПРИЈАВА ЗАВРШНОГ РАДА

Тема рада: Примена софтверског пакета SolidWorks за пројектовање брзделујуће спојнице

Задатак: У оквиру завршног рада студент би требало да прикаже теоријска разматрања која се односе на везивне хидрауличне компоненте у хидрауличним системима. Такође, описати принципе постављања везивних хидрауличних компоненти у хидрауличним системима. Приказати теоријска разматрања везана за елементе за спајање у хидрауличним системима и на крају, потребно је обрадити брзделујућу спојницу (PPT No. 12), описати конструкцију, принцип функционисања и изградити 3Д модел у софтверском пакету SolidWorks, (описати поступак моделирања). Генерисати техничку документацију за све елементе склопа у складу са стандардом.

Ментор:

Др Душан Гордић, редовни професор

Крагујевац, 14.07.2020.

Садржај

1.0	Уводне напомене	1
1.1	Хидраулика	1
1.2	Подручје примене хидраулике и њене карактеристике.....	1
1.3	Радне течности у системима хидрауличног преноса снаге	2
1.4	Величине стања и физичка својства радних течности.....	3
2.0	Помоћне хидрауличне компоненте	5
2.1	Резервоари	5
2.2	Филтери	5
2.3	Везивне хидрауличне компоненте	6
3.0	Елементи за спајање.....	11
3.1	Пертлована спојница.....	12
3.2	Заварена спојница.....	13
3.3	Спојнице са прстеном	14
3.4	Брзоискључне спојнице	16
4.0	3Д модел брзоделујуће спојнице (PPT No. 12)	17
4.1	Поступак моделирања компоненти	19
4.2	Поступак креирања склопова	24
4.3	Поступак израде техничке документације.....	26
5.0	Закључак.....	31
	Литература	32

Резиме

Предмет овог рада је теоријско разматрање везано за улогу спојнице у хидралучним системима. Прво поглавље односи се на основне принципе хидрауличких система. У другом поглављу обрађују се помоћне хидрауличне компоненте, док су у трећем поглављу објашњене улога спојнице у хидрауличном систему, као и класификација истих. Софтверски пакет SolidWorks нуди широк спектар алата за моделирање делова, дизајн монтаже и припрему техничке документације. У четвртом поглављу представљене су могућности као и детаљна процедура за моделирање делова, дизајн склопа и припрема техничке документације брзodelујуће спојнице NO 12.

Кључне речи: спојница, брзodelујућа спојница, SolidWorks

Abstract

The subject of this work is a theoretical consideration related to the role of the coupling in hydraulic systems. The first chapter is related to the basic principles of hydraulic systems. The second chapter describes auxiliary hydraulic components, while the third chapter explains the role of the coupling in a hydraulic system, as well as their classification. The SolidWorks software package offers a wide range of tools for parts modeling, assembly design and preparation of technical documentation. The fourth chapter presents the possibilities as well as the detailed procedure for parts modeling, assembly design and preparation of technical documentation for the ND 12 self-sealing coupling.

Keywords: coupling, self-sealing coupling, SolidWorks

1.0 Уводне напомене

1.1 Хидраулика

Када је реч о појму хидраулике, ту се подразумевају хидраулични системи који су комбиновани са компонентама код којих се довођење радних елемената из једног у други положај врши електро, хидрауличним, пнеуматским или механичким погоном. Радни флуид у хидрауличним системима могу бити различити типови течности (емулзије, синтетички флуиди, минерално уље). Поред поделе на „класичну“, пропорционалну и сервохидраулику, у литератури се често среће подела хидрауличних система у две групе у односу на врсту флуида који преноси хидрауличну енергију. Тако имамо „уљну хидраулику“ која као радни флуид користи минерално уље или синтетички флуид, и „водену хидраулику“ која као радни флуид користи емулзију [1].

Уређаји који претварају механички рад у струјну енергију радног флуида или претварају струјну енергију радног флуида у механички рад називају се хидрауличне машине. Према начину трансформације једног у други вид енергије, разликујемо:

- Запреминске (хидростатичке, притисне) и
- Турбо (хидродинамичке, лопатичне) машине.

Када је реч о запреминским хидрауличним машинама, промена нивоа енергије струјања радне течности обавља се периодичном променом радне запремине пумпе. Под радном запремином подразумевају се ограничени и изоловани простори које образују покретни радни елементи машине са осталим њеним покретним или непокретним конструкцијским деловима [1].

1.2 Подручје примене хидраулике и њене карактеристике

Хидраулика се примењује у свим оним подручјима код којих се траже: велике силе, мали и једнолични помаци, сложеније регулације. Најзначајнија подручја примене хидраулике су:

- метало-прерађивачка индустрија,
- пољопривредне машине,
- грађевинске машине,
- бродоградња,
- авио-индустрија,
- војна индустрија,
- шинска возила.

Хидраулични системи, као и сваки други, имају своје предности и недостатке, неке од главних предности су: Пренос великих сила, брзо и ефикасно покретање из стања мировања, једноставна регулација, економичан и поуздан рад [1].

Што се тиче недостатака код хидрауличних система, могу се издвојити: Релативно запрљан погон, скупи уређаји и елементи система, потреба за повратним водовима, лака замена одређених уређаја у систему.

1.3 Радне течности у системима хидрауличног преноса снаге

У хидрауличним системима, флуид преноси енергију и подмазује делове хидрауличних компоненти. Осим ових функција, флуид у систему обавља и неке споредне функције: преузима и одводи топлоту насталу због губитака, врши заштиту површина компоненти од корозије и друго. Као што је већ речено, за обављање ових функција у хидрауличним системима користе се уља и течности које могу бити: минерална хидраулична уља, синтетичке течности (флуиди) и емулзије.

Табела 1. Радне течности у системима хидрауличног преноса снаге

ISO ознака	Опис		
Минерална уља - H			
HH, H*	Стандардно рафинисано минерално уље без адитива		
HL	Рафинисано минерално уље са додатком адитива против оксидације и заштиту од корозије		
HM, HLP*	Минерално уље HL са побољшаним својствима против трошења		
HR	Минерално уље HL са додатком адитива за побољшање индекса вискозности (малим температурним утицајем на вискозност)		
HV	Минерално уље HM са додатком адитива за побољшање виск.		
HG,HLPD*	Минерално уље HM са адитивима који смањују "stick slip" ефекат		
Тешко запаљиве течности - HF			
HFA	Уљно водене-емулзије или хемијски раствори са више од 80% воде		
	HFAE	Уљно-водена емулзија (обично 1-5% емулзионог уља)	
	HFAS	Воденираствор (обично мање од 10% флуида у води)	
HFB	Емулзија "вода у уљу" са 40% садржајем воде		
HFC	Раствор полимера (гликола) у води са минимално 35% воде		
HFD	Тешко запаљиве синтетичке течности без воде у садржају		
	HFDR	Синтетичке течности на бази фосфатних естара	
HFD	HFDS*	Синтетичке течности на бази хлорисаних угљоводоника	
	HFDT*	Мешавине HFDS и HFDR синтетичких течности	
	HFDU	Остале синтетичке течности без воде у свом садржају	
Био-разградљиве течности HE			
HETG	Триглицериди		
HEPG	Полигликоли		
HEES	Синтетички естри		
HEPR	Поли-алфа-олефини и слични угљоводоници		

Основни типови радних течности у хидрауличним системима одређени су од стране како националних, тако и интернационалних организација за стандардизацију. Према ISO стандарду, класификација радних течности приказана је у табели 1. [2].

1.4 Величине стања и физичка својства радних течности

Температура

Температуре које се најчешће користе у системима хидрауличног преноса снаге крећу се у интервалу од $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ [2].

Притисак

Када је реч о притиску у течностима, он има следећа својства: Притисак увек делује у правцу нормале на површину са којом је флуид у контакту; У произвољној тачки флуида који мирује, притисак има исту вредност без обзира на правац деловања; Промена притиска у било којој тачки течности у стању мировања, изазива исту промену у свим тачкама простора који та течност заузима (Паскалов закон). Притисак у хидрауличним системима преноса снаге, реда је 10^2 bar (10^7 Pa) и, по правилу, мањи је од 450 bar [2].

Густина

Густина радне течности представља масу њене јединице запремине. Ова физичка величина зависи од притиска и температуре:

$$\rho = \rho_0 \cdot \left[1 + \frac{1}{\beta} \cdot (p - p_0) - \alpha \cdot (T - T_0) \right]$$

Где су:

ρ [kg/m^3] – густина радне течности при притиску p [Pa] и температури T [K],

ρ_0 [kg/m^3] – густина радне течности при притиску p_0 [Pa] и температури T_0 [K],

β [Pa] – (изотермски) модул стишљивости радне течности,

α [K^{-1}] – запремински коефицијент топлотног ширења.

Стишљивост

Стишљивост представља могућност радног флуида да мења своју запремину под дејством притиска. При решавању највећег броја проблема, сматра се да су радне течности нестишљиве. Стишљивост је одређена коефицијентом стишљивости и његовом реципрочном вредношћу – модулом стишљивости β [Pa].

Вискозност

Вискозност је својство радне течности да при кретању пружа отпор релативном померању (клизању) својих делића. Код флуида који се најчешће примењују у системима хидрауличног преноса снаге, отпор релативном кретању флуидних делића тј. одговарајући смичући напон τ Pa сразмерна је градијенту брзине $dv/dy\text{ s}^{-1}$:

$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

где је са μ [Pa·s] означена динамичка вискозност радне течности.

Динамичка вискозност радне течности зависи од притиска и температуре.

2.0. Помоћне хидрауличне компоненте

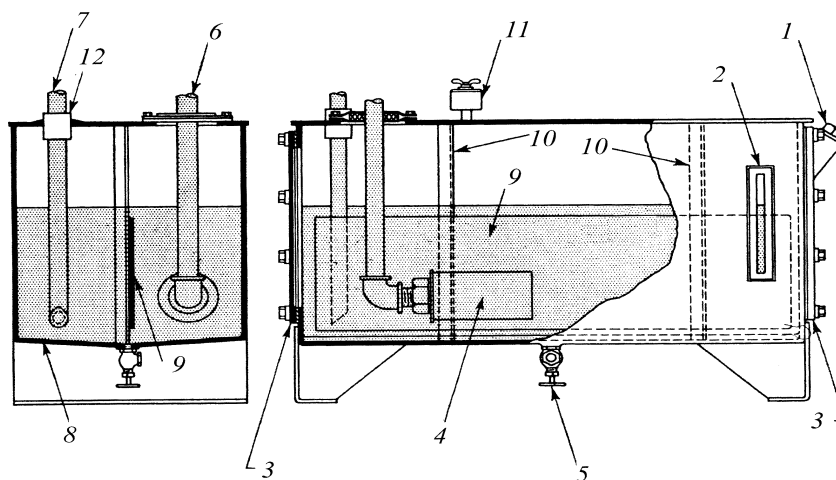
2.1 Резервоари

Основна функција - обезбеђивање простора за смештај потребне масе радне течности. Допунске функције резервоара су:

- издвајање ваздуха, воде и механичких нечистоћа из радне течности,
- хлађење или загревање радне течности.
- поклопац резервоара обично служи за ношење пумпног агрегата и управљачких и других уређаја.

Резервоари већих димензија се израђују као заварене конструкције (од челичног лима), а резервоари малих димензија се израђују као ливене конструкције (од ливеног гвожђа или алуминијума).

Резервоари се најчешће изводе као отворени (притисак ваздуха изнад уља је атмосферски). Ређе се изводе као затворени (на радни флуид се дејствује надпритиском посредством мембране или клипа). Битно је, код обе варијанте извођења, да радна течност у систему буде херметички затворена од спољашњих утицаја ваздуха [3].



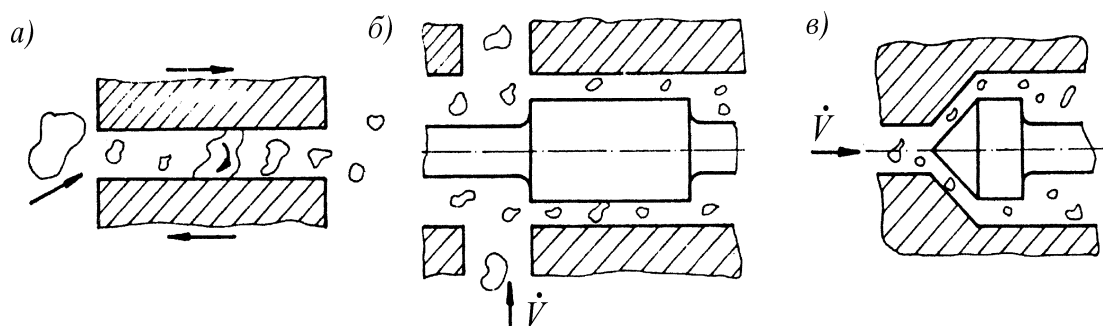
Слика 1. Типична конструкција отвореног резервоара

2.2 Филтери

На исправност функционисања, поузданост рада, степен корисног дејства и век трајања хидрауличног система, велики утицај има чистоћа радне течности. Део чврстих честица, које се налазе у радној течности, пролази између одређених површина компонената и оштећује их. Постоје три основна карактеристична случаја контакта чврстих честица и покретних површина компонената (слика 2), који зависе од конструкције хидрауличне компоненте, кроз коју протиче радни флуид [3].

Према финоћи филтрирања, односно величини честица које се из радне течности задржавају у филтеру, постоји подела у десет класа: од нулте као најфиније до девете као најгрубље финоће. У пракси је уобичајена следећа подела филтрирања:

- Грубо изнад $80\mu\text{m}$
- Нормално изнад $50\mu\text{m}$
- Фино изнад $5\mu\text{m}$
- Екстра фино изнад $1\mu\text{m}$



Слика 2. Протицање чврстих честица а) између две непокретне површине, б) кроз зазор цилиндричног клипа, в) кроз зазор конусног клипа

2.3 Везивне хидрауличне компоненте

Транспортирање радне течности, односно хидрауличне енергије, од пумпе до хидромотора се врши посредством цевовода или цревовода и елемената за везивање (међусобно или са хидрауличним компонентама), уз прописно заптивање, тј. без губитака радне течности (цурења). Важност и заступљеност везивних компонената (арматуре) у системима запреминске хидраулике, илуструје податак да они износе и до 30 % масе система. Такође треба нагласити да и најмањи квар или цурење захтевају прекид рада док се квар не отклони. Зато избор одговарајућих водова и њиховог повезивања треба извршити озбиљно и пажљиво. На избор утичу: врста и карактеристике радне течности, максималне дозвољене и радне температуре и притисци, а нарочито чињеница да ли извршни органи мирују или се крећу, итд. [3]

Хидраулични цевоводи

Хидраулични водови могу бити израђени као крути (цевоводи) и савитљиви (цревоводи). Кад год је то могуће потисне, повратне и преливне хидрауличне водове треба изводити као круте.

Цевоводи се обично израђују од челика. Најчешћу примену имају прецизно вучене челичне бешавне цеви, израђене према стандарду ДИН 2391 од челика Ст 39.5 БКЊ, или по стандарду ЈУС В.Б5.230 од челика Ч 1330, за притиске до реда 300 бар. За ниже притиске (60 – 70 бар) користе се и шавне цеви, израђене електро заваривањем. Цеви од нерђајућих челика се примењују у хидрауличним системима посебне намене (авионски

системи, специјалне машине, итд). Ако су челичне цеви изложене дејству спољашње средине, спољашња површина се боји или се наноси танак галвански слој.

Изузетно се могу користити бакарне и алуминијумске цеви. Својства бакарних цеви дефинишу се стандардом ДИН 1759. Могу се користити за притиске до 250 bar. Отпорне су на дејства спољне средине. Лако се обликују (савијају) када је потребно извести сложена скретања на кратким растојањима. То је чест случај код водова малог пречника, па се цеви од бакра економично користе за пречнике до 16 mm. Недостатак бакарних цеви је могућа хемијска реакција са радном течностју, висока цена и мања чврстоћа о челичних цеви. Алуминијумске цеви, израђене од материјала легуре AlCu5Mg5, одликују се малом масом, савитљивошћу и једноставношћу у монтажи. Претежно се користе за уисне и сливне водове и водове малих пречника за притиске 150 □ 200 bar.

Прорачун хидрауличног цевовода под притиском дефинисан је стандардом ДИН 2413/66, а прорачунавају се *дебљина цеви* и *пад (губитак)* притиска при одговарајућој брзини струјања.

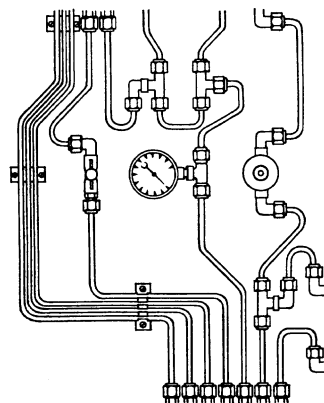
Унутрашњи пречник цеви d_u [m] одређује се према протоку радног флуида кроз цевовод Q [m³/s] и усвојеној брзини струјања v [m/s]:

$$d_u = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot v}}$$

Да би губитак притиска у хидрауличном цевоводу био довољно мали, а да при томе пречници цевовода не буду превише велики, препоручене брзине струјања v су:

- за уисне цевоводе: $v =$ до 1.5 m/s,
- за притисне (напорне) цевоводе, за притиске:
 - до 25 bar, $v =$ до 3 m/s,
 - 25 - 50 bar, $v = 4$ m/s,
 - 50 -100 bar, $v = 9.5$ m/s,
 - 100 - 200 bar, $v = 5.5$ m/s,
 - 200 - 300 bar, $v = 6$ m/s,
 - изнад 300 bar, $v = 6.5$ m/s.
- за повратне цевоводе: $v = 2$ m/s.

Поједине хидрауличне компоненте (разни вентили, мерни уређаји, филтри, хладњаци, итд) се монтирају, причвршћују на цевоводе. У неким системима се то не ради само из захтева економичности, већ је на тај начин олакшано и одржавање појединих компонената. На слици 3. је приказан начин причвршћивања компонената на цевовод. Ако су компоненте које се каче масивне, потребно је користити цеви нешто веће дебљине од прорачунате, да би се обезбедила њихова потребна чврстоћа.

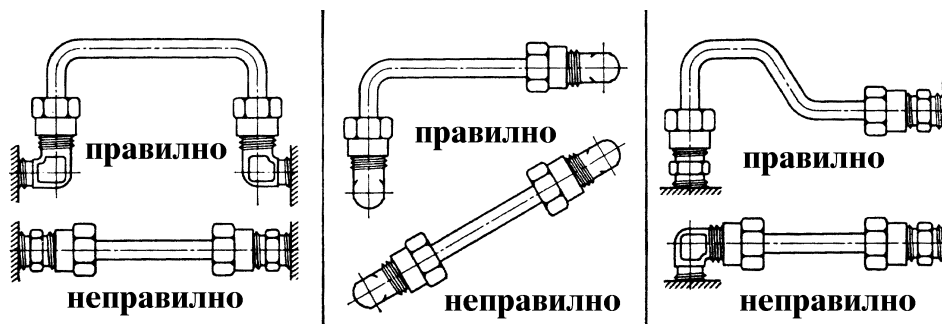


Слика 3. Везивање хидрауличних компонента на цевовод

Правилна примена цеви и правилна монтажа имају велики значај за правилно функционисање система. Посебну пажњу треба посветити захтеву да чеона површина цеви буде нормална на осу цеви. Дозвољено одступање може да иде до 2° . Да би се постигла захтевана тачност цев треба сећи у алату. По завршеном сечењу треба скинути опилке са спољне и унутрашње ивице цеви.

При постављању цевовода, приликом скретања са правца, мора се водити рачуна о правилном избору радијуса кривине, да не би дошло до смањења чврстоће цеви. За челичну цев минимални радијус кривине треба да буде већи од 3-5 пута од спољашњег пречника цеви [3].

На слици 4. је приказано правилно монтирање цеви у систему, на начин који обезбеђује лако одржавање и замену [3].

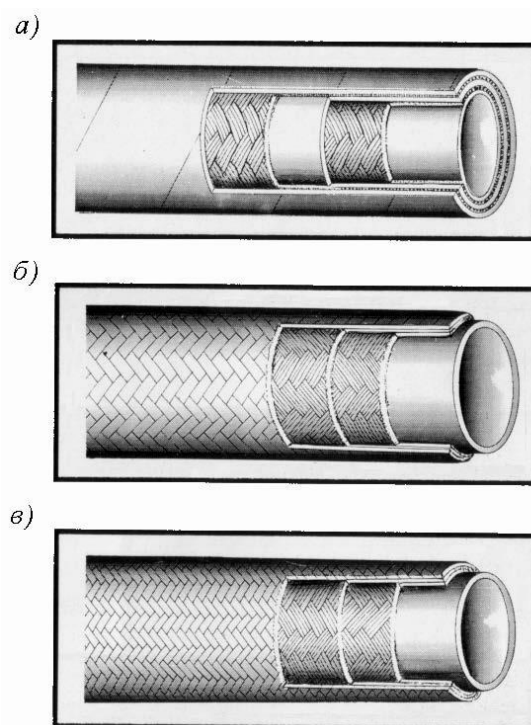


Слика 4. Правилно и неправилно монтирање металних цеви

Савитљиви хидраулични цевоводи (хидраулични цревоводи)

Хидрауличним цревоводима (савитљивим цевима) се спајају хидрауличне компоненте које су у међусобном покрету или ако је везивање крутим металним цевима компликовано или неизводљиво.

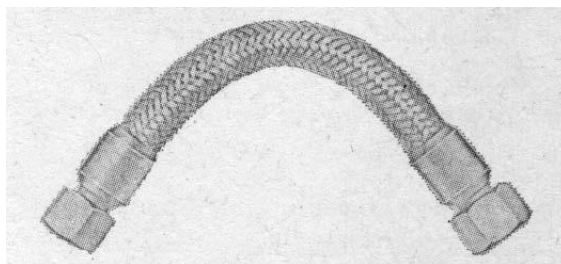
Најчешће коришћени материјал за израду савитљивих цеви је природна или синтетичка гума. Гумена хидраулична црева се састоје од унутрашње еластичне херметичне гумене цеви, која се у случају потребе ојачава спољашњим текстилним или челичним омотачем, у једном или више слојева. Број слојева оплетеног омотача зависи од величине радног притиска. Повећањем радног притиска повећава се и број слојева омотача. Код нас се савитљиве гумене цеве производе са максимално четири слоја поцинковане челичне жице. Гумена хидраулична црева се користе у распону температура $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $135\text{ }^{\circ}\text{C}$, а у случају израде од материјала специјалне основе, сличног гуми $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $260\text{ }^{\circ}\text{C}$. Радни притисци код гумених хидрауличних цева иду у распону 25 бар до 650 бар (1000 бар), у зависности од пречника цеви (за мањи пречник, већи је дозвољени притисак) [3].



Слика 5. Гумена хидраулична црева са више слојева текстила или жице и а) гуменим, б) текстилним, в) жичаним спољашњим омотачем

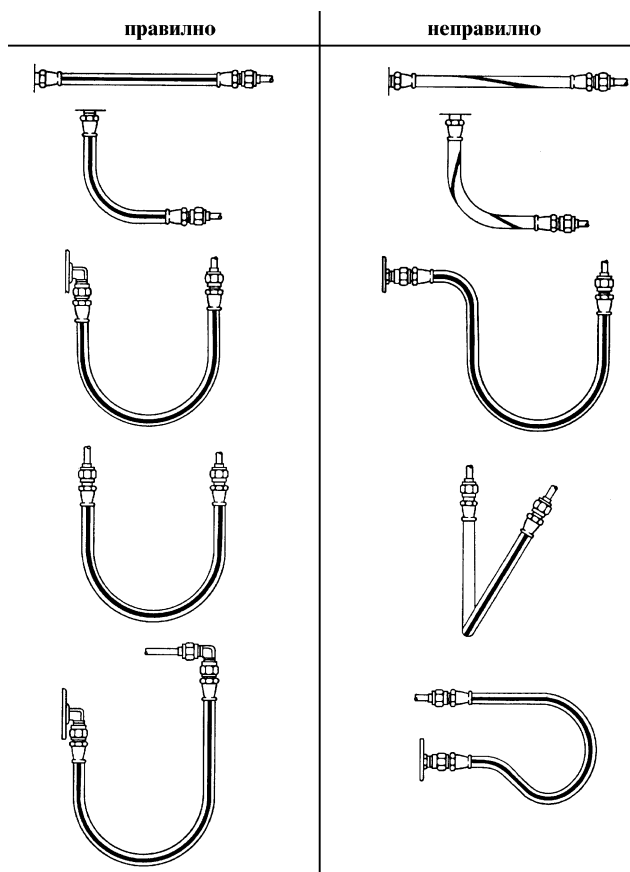
Пречници гумених хидрауличних цева су стандардизовани и износе: 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, не наводећи веће пречнике (до 100 mm) који се производе само за ниже притиске (испод 20 bar).

Производе се и хидраулична црева са основом (унутрашњом цеву) од тефлона, погодна за рад у температурном опсегу $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $230\text{ }^{\circ}\text{C}$. Овакве савитљиве цеве малих димензија се производе за притиске веће од 400 bar.



Слика 6. Гумено хидраулично црево од синтетичке гуме заштићено памучним и жичаним омотачем

Треба нагласити да је век гуме основног материјала хидрауличних цревовода кратак, односно да брзо стари, те где год је могуће, хидрауличне цревоводе треба избегавати.



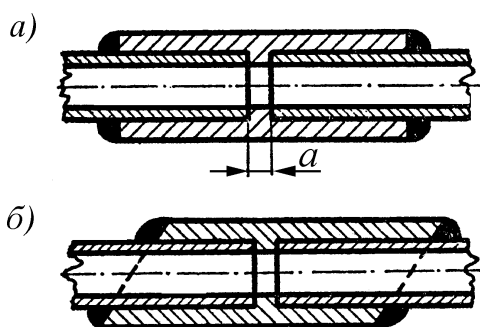
Слика 7. Примери правилног и неправилног постављања хидрауличних црева

На слици 7. су приказани примери правилног и неправилног постављања савитљивих цеви [3].

3.0. Елементи за спајање

Међусобно повезивање хидрауличних цевовода или цревовода са компонентама требало би да буде поуздане механичке чврстоће - издржљивости и да остварује потпуно заптивање. Постоји више могућности спајања, а наведене се само неколико важнијих и чешће примењиваних.

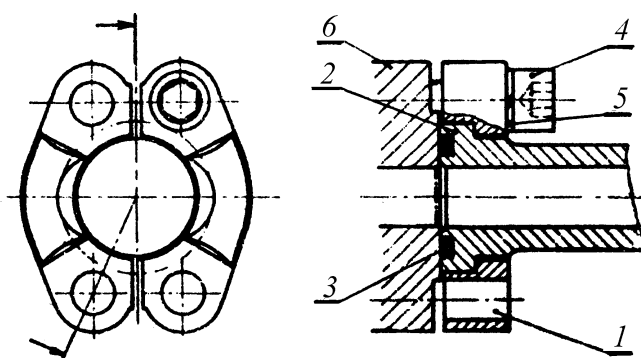
У основи везе могу бити нераздвојиве и раздвојиве. Нераздвојива веза за цевоводе се може остварити заваривањем или лемљењем. За остваривање нераздвојиве везе корисно је применити спојеве са специјалним прелазним чаурама (слика 8.), које се тврдо леме или варе за цев. У првом реду се леме бакарне и алуминијумске цеви. Лемљене цеви су неотпорне на вибрације, јер се при лемљењу погоршавају механичка својства на месту споја. Заварени спојеви се користе за челичне цеви, пречника изнад 40 mm и високог притиска радне течности, код којих се веза може остварити као нераздвојива [3].



Слика 8. Заварени спој цеви са различитим облицима прелазних чаура

Најчешће се као елементи за спајање хидрауличних цеви (хидрауличних црева) користе раздвојиве везе, од којих се као карактеристичне издвајају:

- везе између цеви или цеви и компоненти *прирубницама*,
- веза између цеви (црева) или цеви (црева) и компонента *елементима са навојем*, која може бити остварена на више начина.



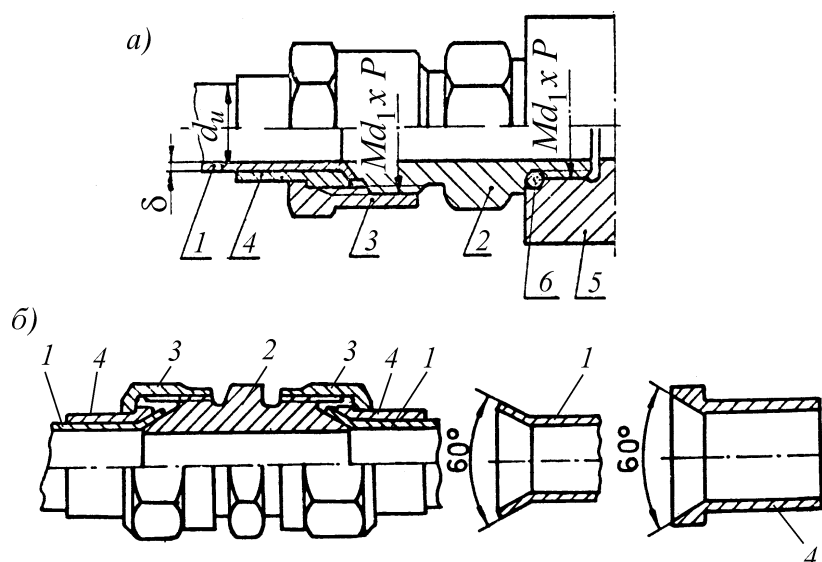
Слика 9. Прирубница 1- полутка за притезање главе прирубнице, 2- глава прирубнице, 3- заптивач, 4- завртањ, 5- еластична подлошка, 6- прикључна подлога

Када су унутрашњи пречници цеви већи од 40 mm, уобичајено је да се веза остварује прирубницама, при чему се, за високе притиске радне течности, прирубнице са цевима спајају заваривањем, а за ниже притиске та веза се остварује завојницама. Херметичност споја се остварује заптивкама од меког метала (бабра или алуминијума) или гуме. Цеви високог притиска се често производе заједно са прирубницама. Спојеви прирубницама се примењују у системима са притисцима до 300 до 400 bar.

Цеви унутрашњих пречника мањих од 40 mm спајају се прикључцима са навојем. За повезивање прикључака са цевоводом употребљавају се различити системи за спајање, који у основи могу бити: пертловани, заварени и са усечним прстеном (тзв “Ерметто”) [3].

3.1 Пертловани систем

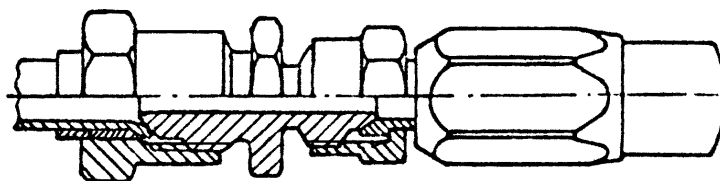
За мање притиске (до 200 - 300 bar) углавном се користи систем спајања проширивањем цеви, тзв. пертловани систем прикључака. Крајеви цеви (1), које се спајају, се прошире (“распертлују”) у хладном стању, када материјал цеви то допушта, под углом од око 60° (слика 10.). Спајање се врши посредством претходно навучених спојних навртки (3) и прстена (4) на цев, који се, затим, стегну са телом прикључка (2) до пластичне перфорације, чиме се, између цеви и тела прикључака, оствари потребан притисак за обезбеђење херметичности споја.



Слика 10. Пертловани систем за спајање а) цеви и компоненте, б) две цеви 1 - цев, 2 - тело прикључка, 3 - спојна навртка, 4 - прстен, 5 - компонента система на коју се прикључује цев, 6 - заптивни прстен

Заптивни спој између компоненте система (5) и прикључка (2) се постиже уградњом заптивног гуменог прстена (6), за који је предвиђен жљеб на почетку навоја, као на слици

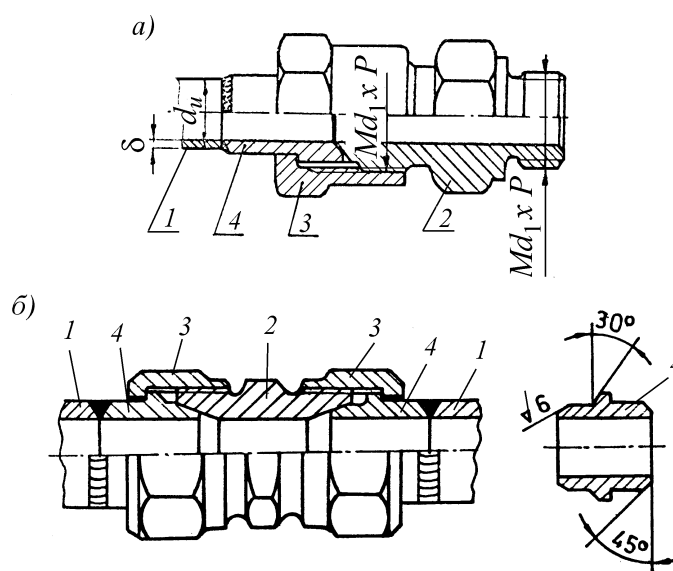
10. - а). Прикључци се израђују од челика и легуре алуминијума. Челичне цеви са проширеним крајевима дозвољавају поновно монтирање и демонтирање, док је број демонтирања бакарних и алуминијумских цеви ограничен, због отврдњавања материјала и оштећења проширеног дела цеви. Пертловани систем спајања цеви са прикључком употребљава се за хидрауличне системе код којих се у току рада не јављају механичке вибрације цевовода - за стационарне системе. Пертловани систем се користи и за спајање прикључака и хидрауличних црева, што је шематски приказано на слици 11.



Слика 11. Пертловани систем за спајање црева

3.2 Заварени спој

У цевоводима у којима се јављају виши притисци (до 400 bar) и у цевоводима који се често демонтирају, примењује се заварени спој (слика 12). Заварени систем спајања разликује се од пертлованог само у завршетку цеви (1), која се не пертлује, већ се чеоно спаја заваривањем за конусну чауру (4). Спојном навртком (3) унутрашњи конус чауре се притиска уз конус тела прикључка (2), до пластичне деформације, чиме се постиже херметичност споја. Овај систем спајања примењује се и за стационарне и за мобилне хидрауличне системе.

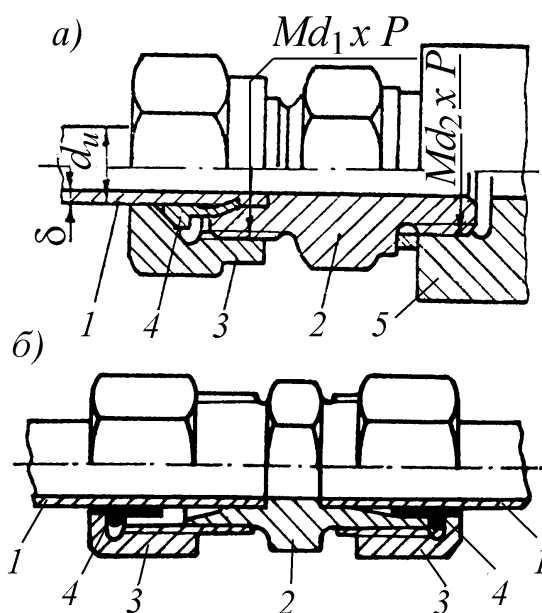


Слика 12. Заварени систем спајања а) цев са прикључком, б) две цеви 1 - цев, 2 – тело прикључка, 3 - спојна навртка, 4 - конусна чаура

3.3 Спој са усечним прстеном

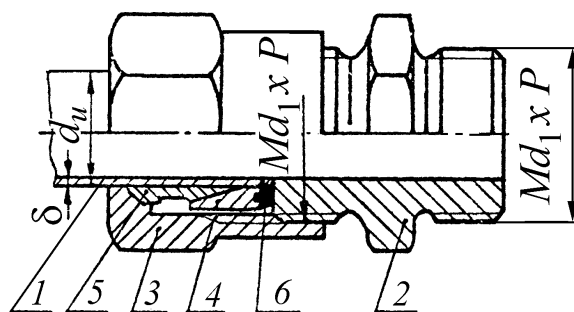
У системима са изузетно високим притисцима (до 1000 bar), примењује се спајање цеви посредством окаљеног челичног прстена, израђеног од цементираног челика, тзв “Ermetto” систем. Овај систем прикључака у примени је од 1958, године и веома брзо је, у модификованим облицима (ДИН-2353/58 - утични спој и ДИН-3930/61 - чеони спој), нашао широку примену.

Непропустљив спој између цеви и прикључака код утичног споја (слика 13.) постиже се на следећи начин: усечни прстен (4), навучен на бешавну цев (1), утисне се спојном навртком (3) у конични отвор тела прикључка (2), толико да се, уз извесну деформацију прстена у коничном отвору прикључка и усецањем у цев, оствари довољна заптивеност цевног наставка.



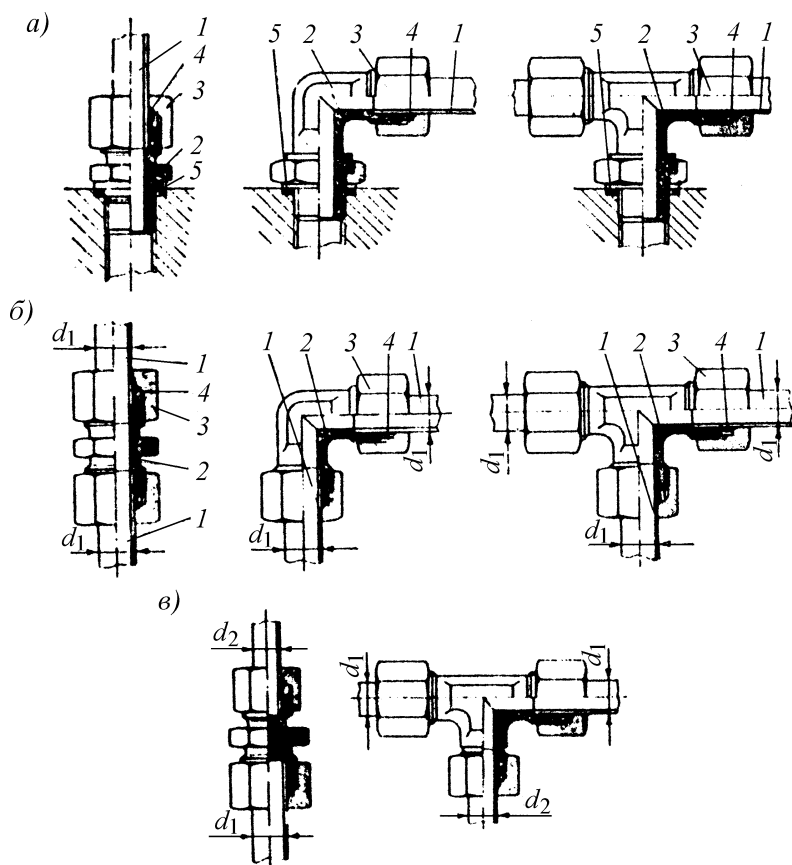
Слика 13. Утични спој а) цеви и компоненте, б) две цеви 1 - цев, 2 - тело прикључка, 3 - спојна навртка, 4 - усечни прстен, 5 - компонента система на коју се прикључује цев

Непропустив спој између цеви и прикључака код чеоног споја (сл. 14.) постиже се на сличан начин као код утичног споја, само што код овог споја тело прикључка (2) нема унутрашњи конус, него има чеону површину радијално зарезану. На њу се ослања заптивни прстен (6), који је притиснут конусним прстеном (4), а посредством спојне навртке (3) и усечног прстена (5), толико да се на конусним површинама ових елемената, као и на чеоним површинама тела прикључка и конусног прстена, оствари потребна херметичност. [3]



Слика 14. Чеони спој 1 - цев, 2 - тело прикључка, 3 - спојна навртка, 4 - конусни прстен, 5 - усечни прстен, 6 - заптивни прстен

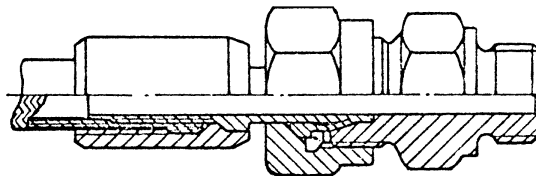
У циљу давања потпунијег увида у конструктивне облике прикључака, на слици 15. дат је преглед неколико карактеристичних стандардних типова прикључака за увртање, наставних и редукционих прикључака.



Слика 15. Конструкциони облици различитих прикључка а) прикључци за увртање: равни, угаони, трограни, б) наставни прикључци: равни, угаони, трограни, в) редукциони прикључци: равни, трограни, 1 - цев, 2 - тело прикључка, 3 - навртка, 4 - усечни прстен, 5 – заптивач

Спој прикључака хидрауличних гумених црева, “Ерметто” системом, приказан је на слици 16. С обзиром на подручје притиска, “Ерметто” система има три реда:

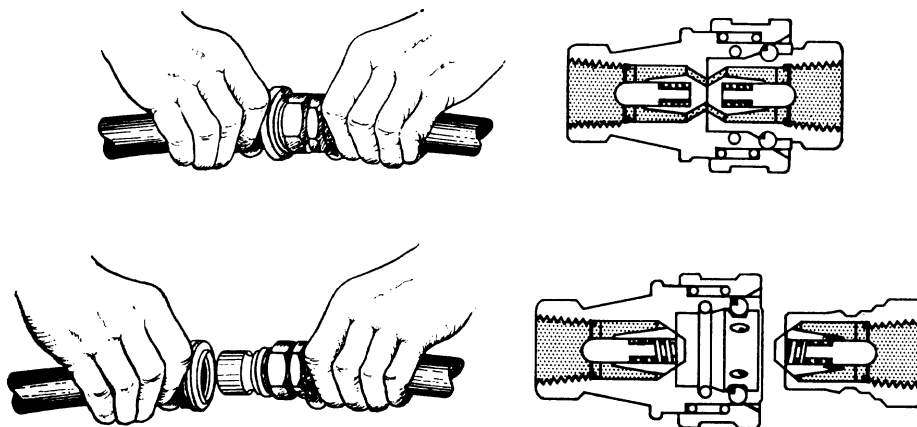
- до 40 bar, је "врло лаки ред" (ознака "LL"),
- до 100 bar је "лаки ред" (ознака "L"),
- до 400 bar (за пречнике цева до 20 mm), односно 250 bar (за пречнике цеви преко 20 до 38 mm) је "тешки ред" (ознака "S"). [3]



Слика 16. "Ерметто" спој прикључка и гуменог цева

3.4 Брзоделујућа спојница

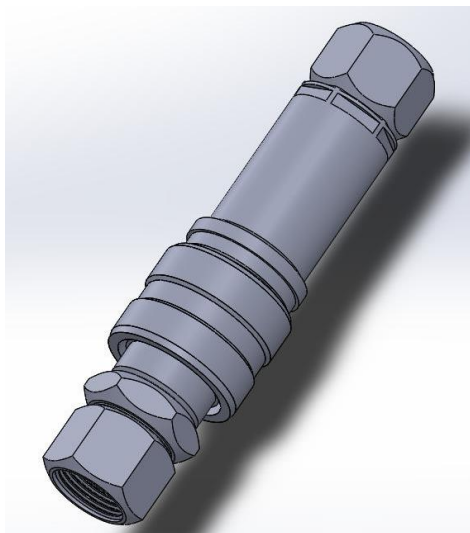
У неким случајевима хидраулична црева се, међусобно и са хидрауличним компонентама, везују брзоделујућим спојницама. Ове спојнице су конструисане тако да једноставним покретом руке, омогућавају раздвајање повезаних хидрауличних цева (слика 17.). [3]



Слика 17. Принцип функционисања брзоискључних спојница

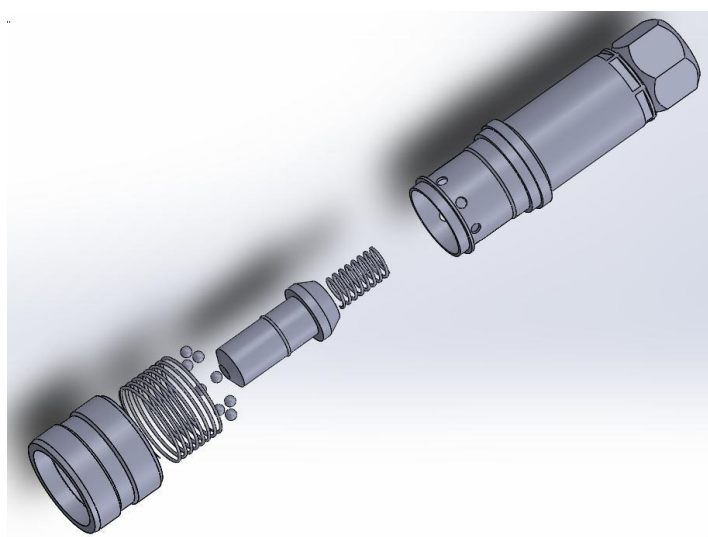
4.0. 3Д модел брзоделујуће спојнице (PPT по.12)

Завршни део рада садржи израду 3Д модела брзоделујуће спојнице. Модел је израђен у програму SolidWorks и реализован је у више корака. SolidWorks је тродимензионални рачунарски програм за рачунарско пројектовање и техничко конструисање. Суштински конструктивни процес SolidWorks програма обухвата израду тродимензионалних модела и из њих извођење 2Д цртежа и планова [4]. У наредном делу рада приказан је 3Д модел брзоделујуће спојнице са свим њеним деловима (Слика 18).

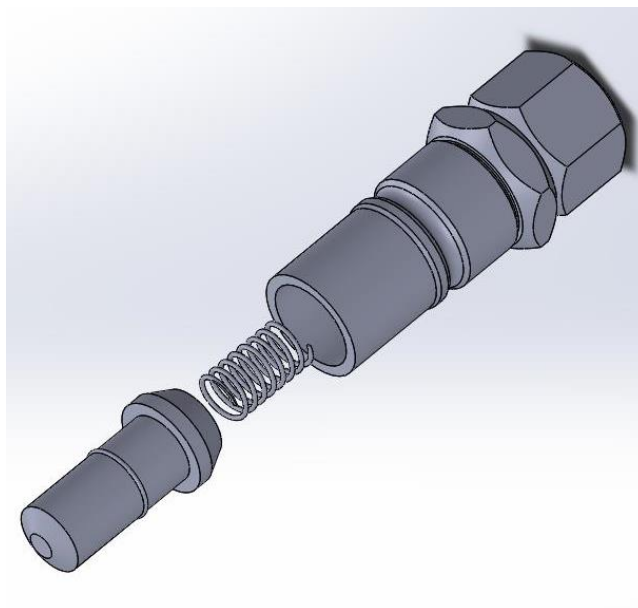


Слика 18. 3Д модел брзоделујуће спојнице

На слици 19 и 20 приказано је како изгледају 3Д модели елемената који чине склоп брзоделујуће спојнице.

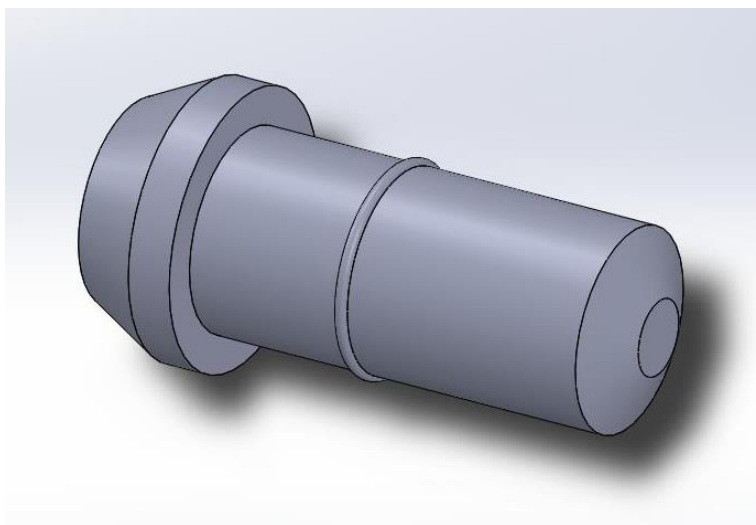


Слика 19. 3Д приказ делова хватача



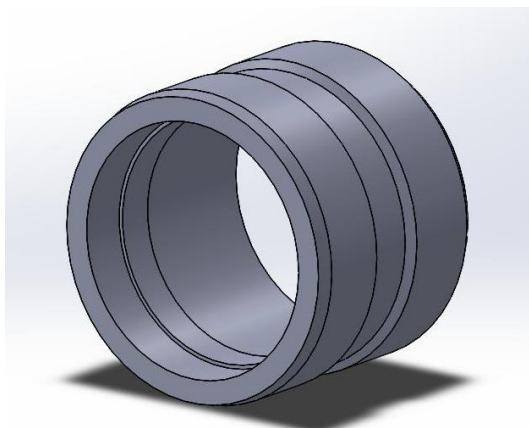
Слика 20. 3Д приказ делова утикача

На слици 21 приказана је чаура која се налази унутар конструкције хватача и утикача. Њена функција је да обезбеди потпуну заптивеност елемената када исти нису у спреси. Чаура се под дејством опруге помера у положај када је флуиду онемогућено, односно омогућено протицање.

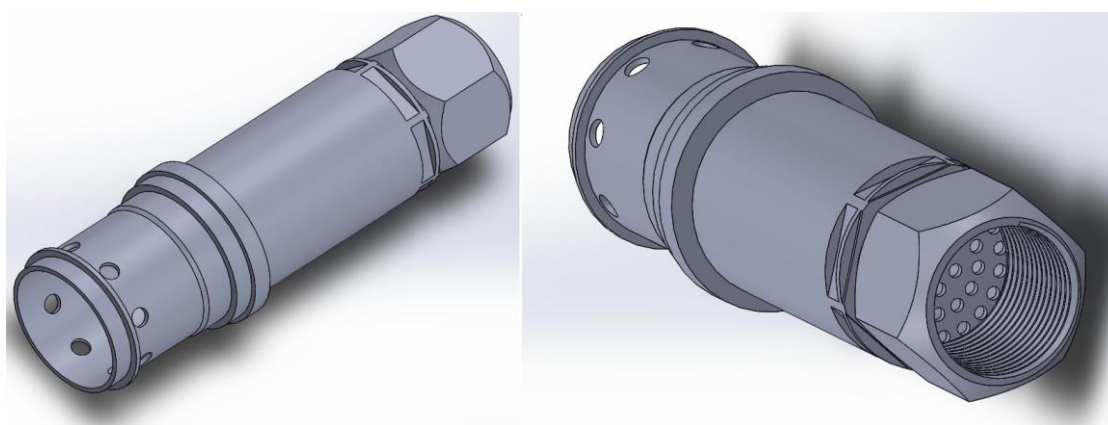


Слика 21. 3Д модел чауре

У склопу брзоделујуће спојнице налази се и прстен који је приказан на слици 22 чија је функција да уз помоћ опруге држи склоп забрављеним. Такође, када је потребно да се склоп растави дејством силе на прстен, куглице, које осигуравају склоп, померају се услед чега је могуће одбављивање.



Слика 22. 3Д модел прстена



Слика 23. Хватач

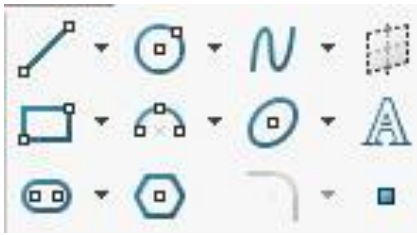
4.1 Поступак моделирања компоненти

У овом поглављу описан је поступак израде компоненти 3Д модела, креирање склопа и генерисање техничке документације. Поступак моделирања врши се коришћењем доступних алата у оквиру софтвера. Први корак у моделирању компоненти представља избор референтне равни и израда иницијалне скице у окружењу *sketch-a*.

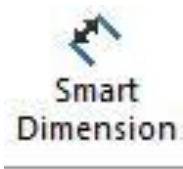
Алати коришћени при изради скица су:



Sketch – представља основно окружење у софтверском пакету SolidWorks, јер свака 3Д форма почиње од скице. Скице су обично затворене форме састављене од линија и кружних лукова, али некада се налазе и у отвореној форми.

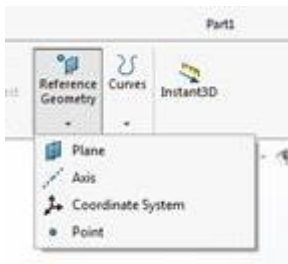
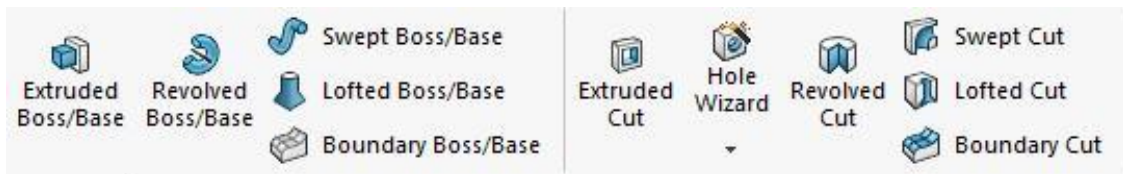


Profile – коришћењем ове палете дефинише се контура скице. На пример *circle* за кружне контуре, *polygon* за контуре са више углова, *center rectangle* за квадратне површине, итд.



Smart Dimension – ова картица задужена је за дефинисање димензија скица и делова (дужина, ширина, висина, пречник и др.).

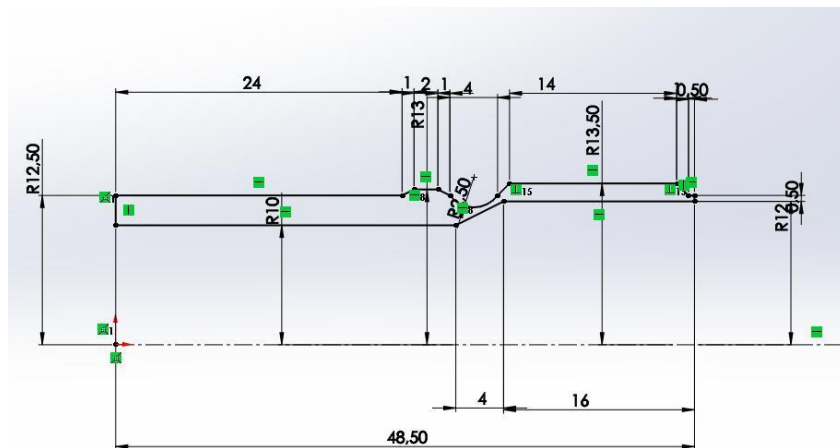
Након израде скица моделу је потребно додати трећу димензију што се постиже изласком из *Sketch* окружења и одабиром неке од команди за креирање треће димензије (*Extruded*, *Revolved*, *Swept*, *Fillet*, *Shell*...).



Reference geometry – користи се уколико је потребно креирати нову раван, осу, координатни систем или тачку погодну за израду модела. Бира се референтна раван или равна површина у односу на коју је потребно направити нову раван, а затим се дефинишу правац и растојање.

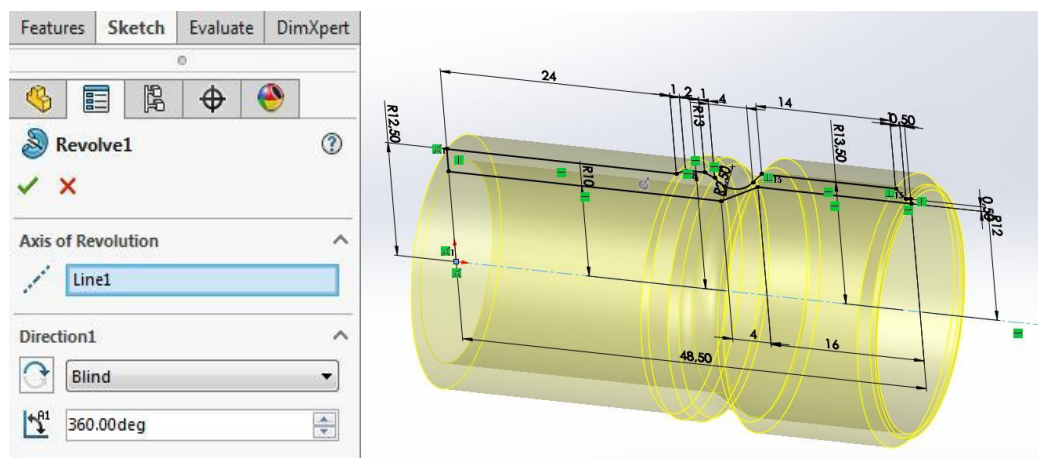
Моделирање дела

Одабиром пројекције у којој је потребно креирати жељени део црта се скица као што је приказано на слици 24. Одабиром команде *Line* црта се жељени облик, а затим командом *Smart Dimension* задају потребне коте за димензионисање.



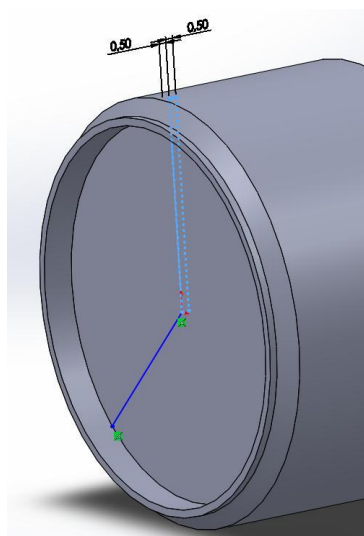
Слика 24. Коришћење функције *Line* и *Smart Dimension*

Кликом на *Revolve* и одабиром осе у односу на коју се ротира задата скица добија се жељени 3Д модел, као што се може видети на слици 25 у наставку:



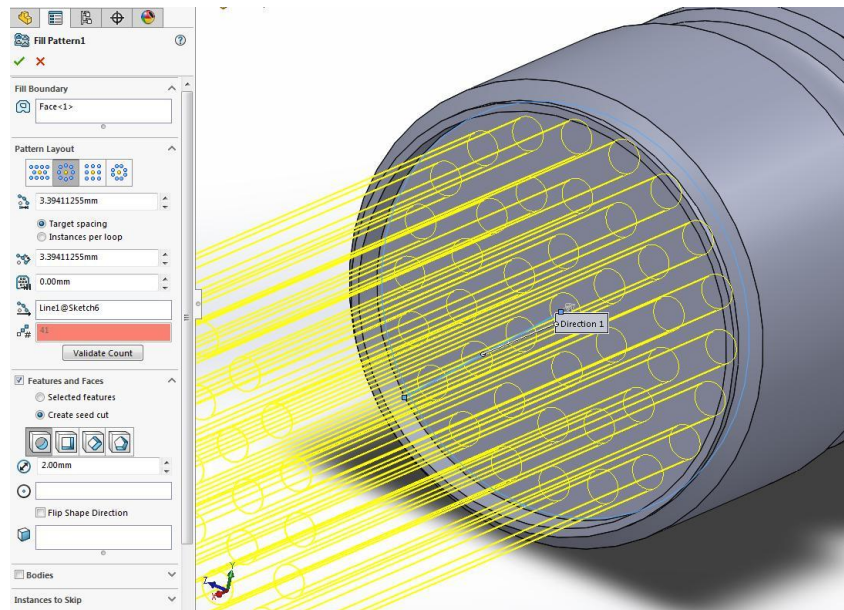
Слика 25. Коришћење функције *Revolve*

Исти поступак се користи и за израду површине која ће касније бити перфорирана, слика 26.



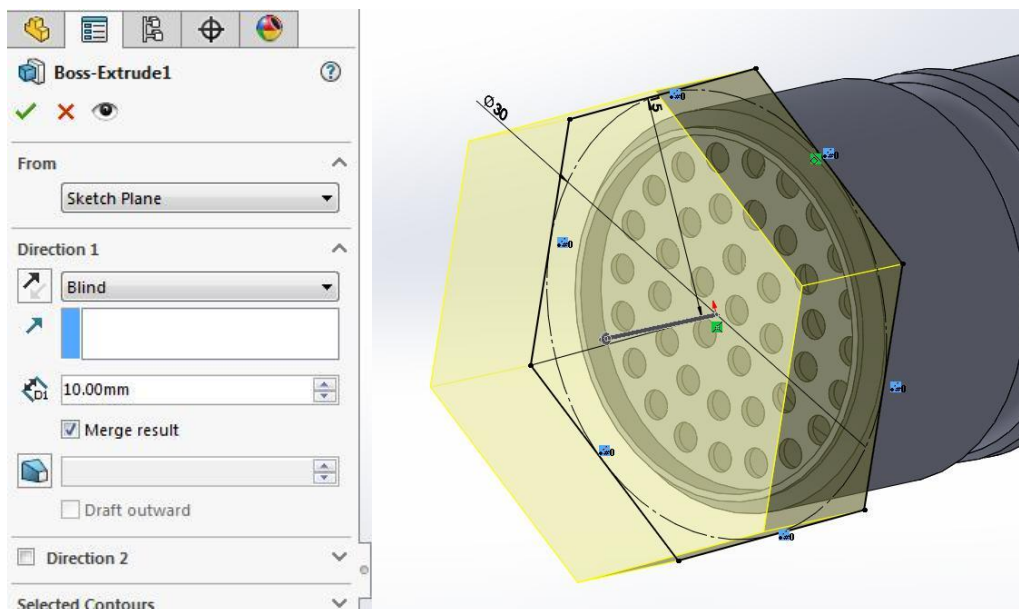
Слика 26. Коришћење функције *Revolve*

Командом *Fill pattern* врши се бушење жељене површине, чији се поступак може видети на слици 27.



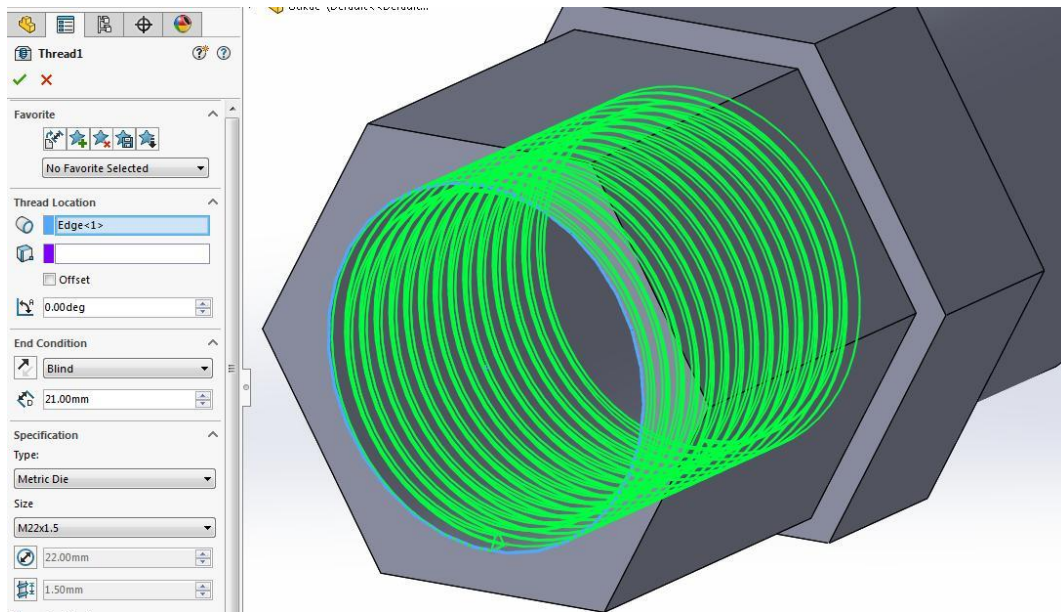
Слика 27. Коришћење функције Fill pattern

За следећи део није потребно изабрати раван, већ кликом на површину на којој се треба наставити жељени део и кликом на *Sketch* омогућује се да тај део буде настављен на претходни. Када се нацрта жељени облик командом *Boss-extrude* задајемо колико ћемо модел проширити и у ком смеру треба да се креће проширење, као што је приказано на слици 26.

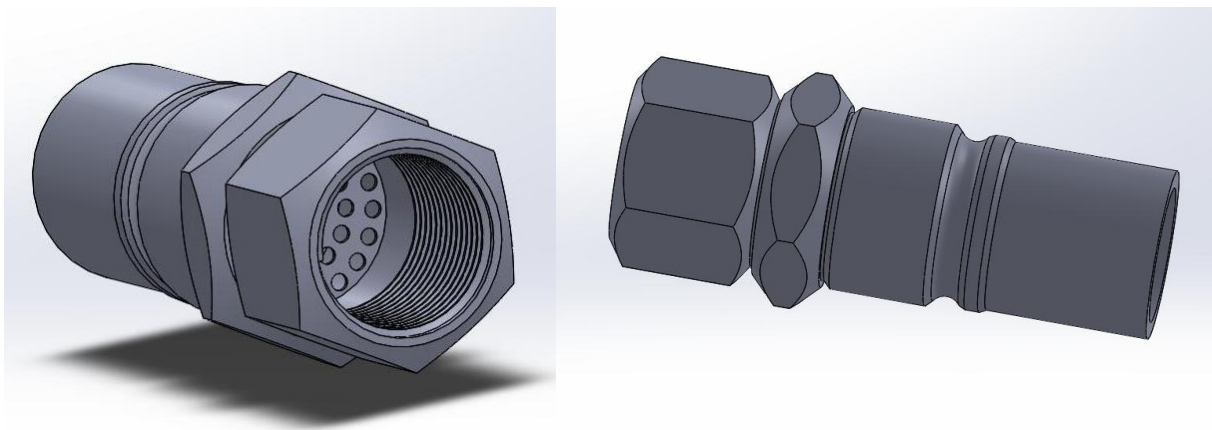


Слика 28. Коришћење функције Boss extrude

Исти поступак се понавља и за наредни део. Пошто је у последњем делу утикача потребно направити навој због састављања са другим елементима, ту функцију изводимо преко команде *Thread*.

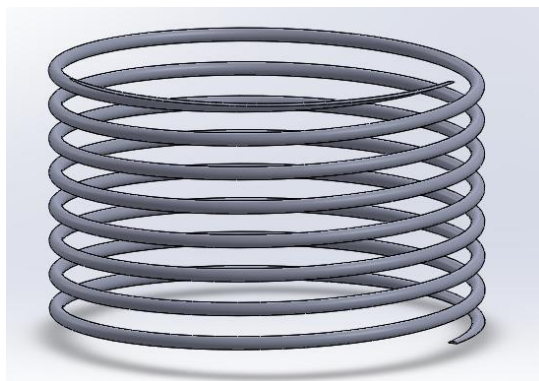


Слика 29. Коришћење функције Thread



Слика 30. Готов модел утикача

Како опруга не може бити увезена из каталога јер не постоји, она се мора нацртати што представља једну од мана програма. Опруга се израђује следећим корацима: у опцији за скицирање, поставља се оса у координатни почетка, на одређеном растојању се црта круг, утврђује његово позиционирање, потом се излази из окружења скице и бира се опција *Swept Boss* где у прозору који се појављује на екрану бира се број понављања кружнице и смер у коме ће се кретати опруга (у смеру казаљке на сату или супротно). Након тога, добија се изглед опруге. На слици 31 приказан је модел израђене опруге.



Слика 31. Опруга

4.2 Поступак креирања склопова

У оквиру радног окружења *Assembly* могу се формирати сложени склопови, који се састоје од већег броја компоненти, односно делова или других склопова, подсклопова. Компоненте се спајају геометријским релацијама. Геометријске релације су логичке операције које се обављају да би се дефинисала одређена врста везе (на пример тангентност или управност) између скицираних објеката, равни, оса, ивица или темена.

Постоји 16 типова релација које се могу ручно применити на скицу, неки од њих су:



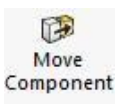
Coincident – (поклапање) поклапају се две тачке, тачка и линија или тачка и лук.



Concentric – (концентричност, саосност) два изабрана лука, круга, тачка и лук итд. имају заједнички центар.

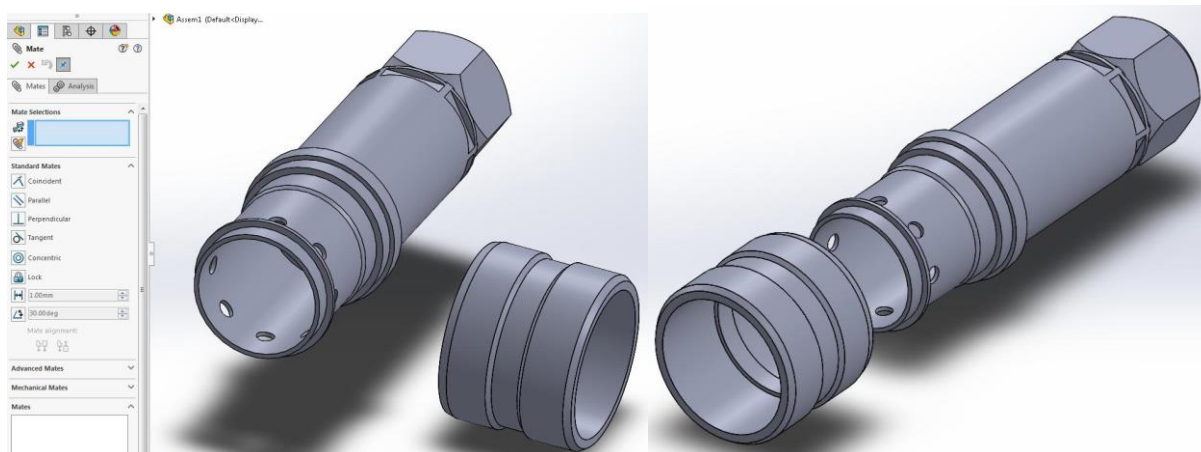


Tangent – (тангентност) изабрани део линије, лук, сложена крива, круг или елипса постају тангенцијални у односу на неки други лук, криву, круг или елипсу.



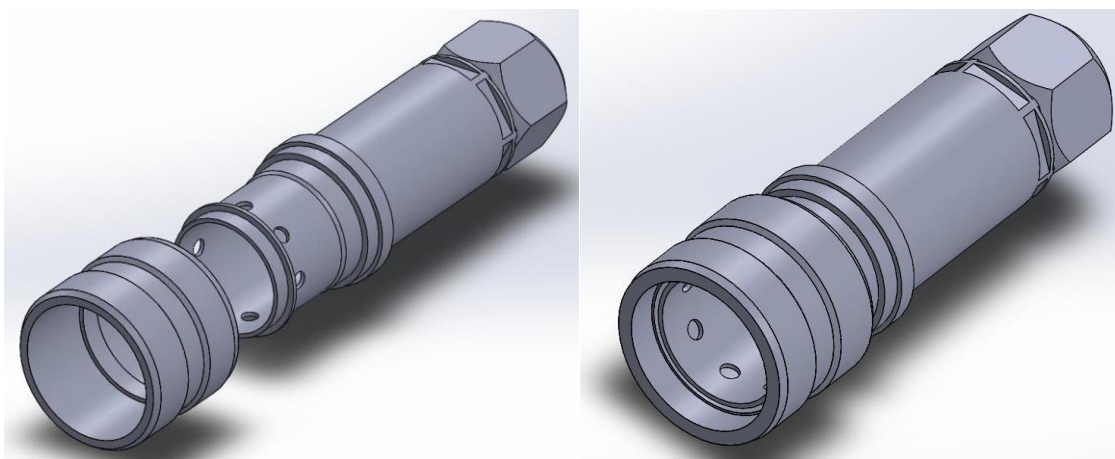
Move Component – омогућава померање делова по све три осе.

Примена релације *Concentric* дата је на слици 32. Након одабира опције, кликом на кружне делове цилиндричних делова и потврдом ограничења, осе задатих делова се аутоматски поклапају.



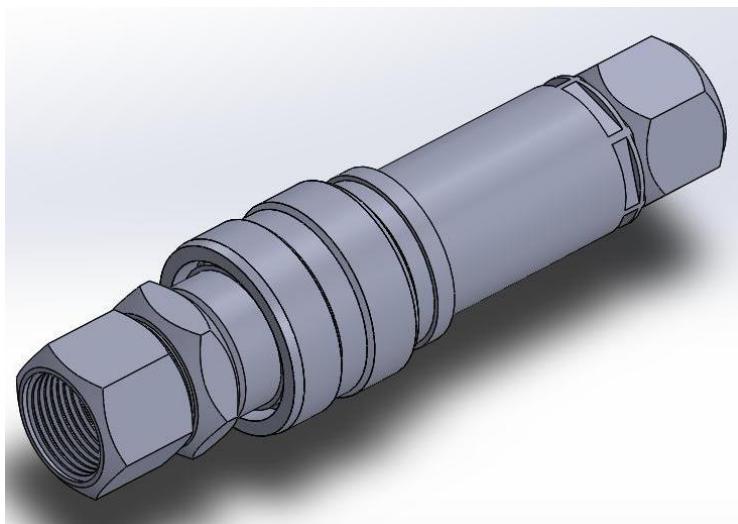
Слика 32. Примена команде *Concentric*

Након што су осе два цилиндрична дела поклопљене, како би се спајање њихових површина остварила, користи се опција *Coincident*. Поступак коришћења је – пошто се одабере опција потребно је да се изаберу две површине које ће налећи једна на другу (између којих је остварен контакт), потврдом опције долази до спајања делова. Уколико се преклапање не изврши у добром смеру кликом на *Flip*, *Mate*, *Alignment* део се ротира супротно од првобитног стања.



Слика 33. Примена команде *Coincident*

Поступак је исти за склапање свих осталих делова, пошто су цилиндричног облика, а коначни изглед склопа брзоделујуће спојнице дат је на слици 34.



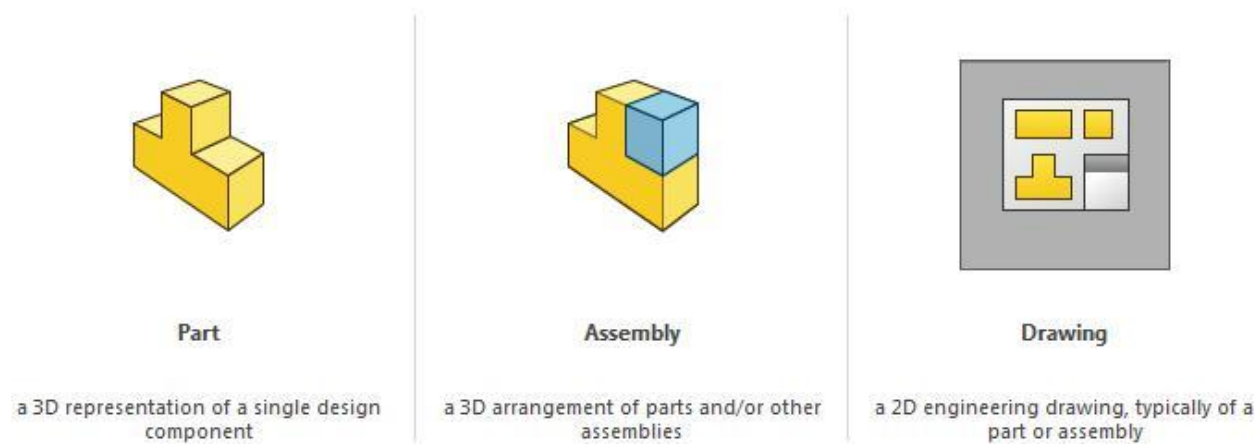
Слика 34. Коначни изглед склопа брзоделујуће спојнице

4.3 Поступак израде техничке документације

У софтверском пакету SolidWorks поред израде скица 3Д модела, склопова и подсклопова, могућа је и израда техничке документације.

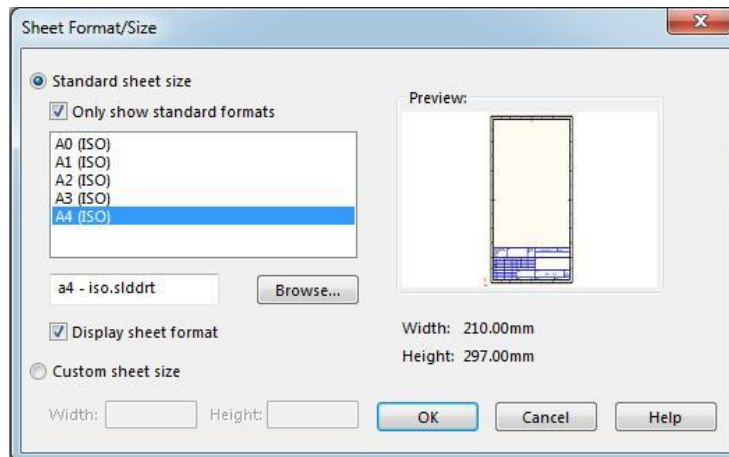
Поступак приступања опцији израде техничке документације је следећи:

- Клик на картицу „New Document”
- У прозору новог документа бира се опција „Drawing”



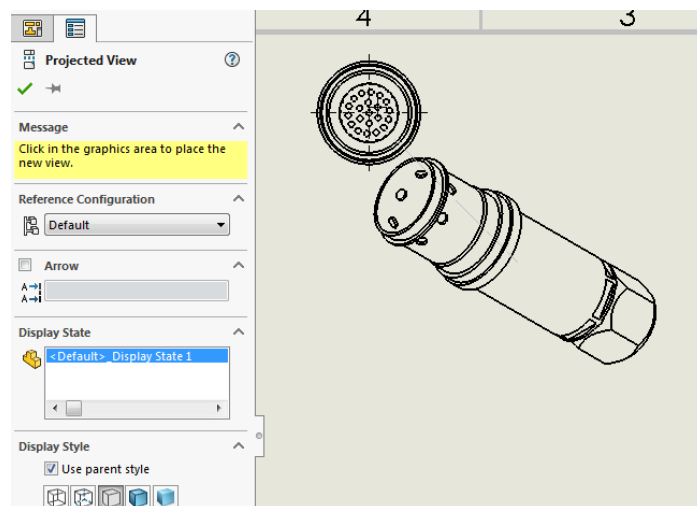
Слика 35. Покретање опције техничке документације

Након тога, врши се одабир формата (слика 36).



Слика 36. Одабир формата

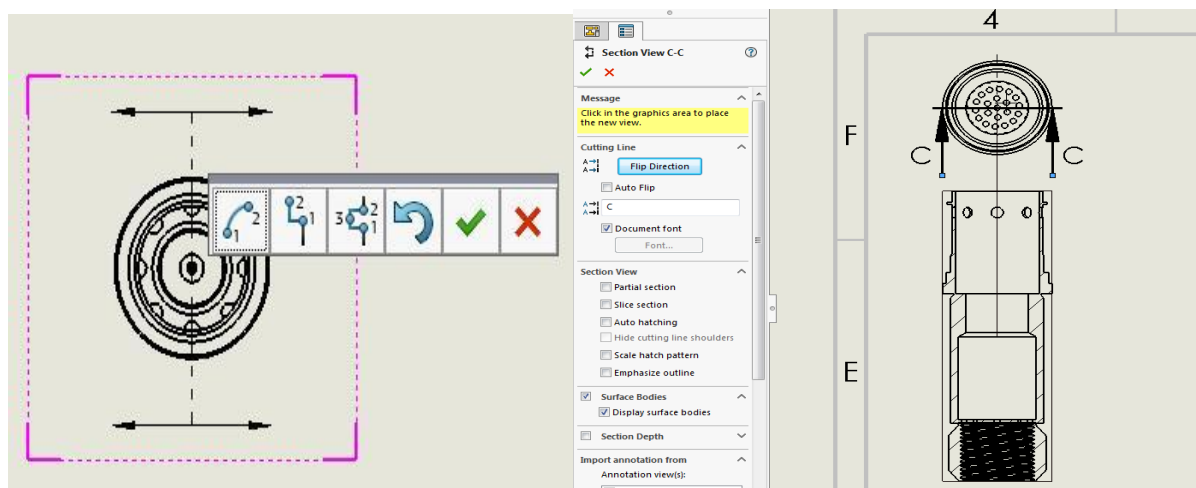
Када се одабере модел за који је потребно урадити техничку документацију, пројекција дела се врши одабиром функције *Projected View*. Део се може пројектовати у било који положај који је потребан, најчешће је то нормално у односу на почетни.



Слика 37. Одабир пројекције

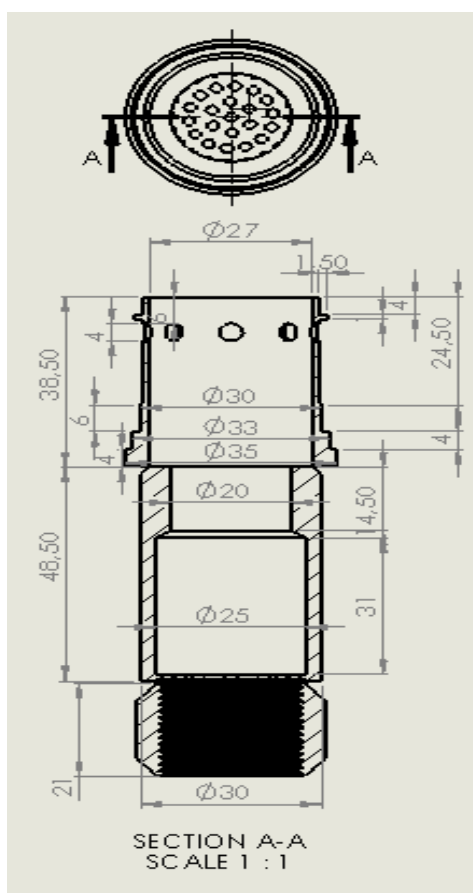
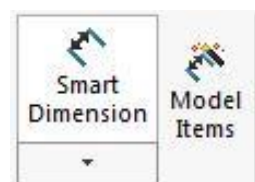
Када се одабере пројекција, потребно је одрадити пресек, део је потребно приказати у пресеку како би се приказале заклоњене контуре.

Одабиром функције *Section View*, одаберемо пројекцију за коју желимо да одрадимо пресек и кликом одредимо позицију у којој ће тај пресек стајати (слика 38). Такође, могуће је бирати размеру у којој ће бити цртеж.



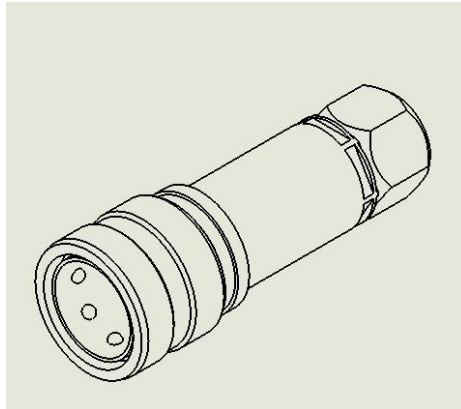
Слика 38. Одабир пројекције

Након израде попречног пресека потребно је извршити котирање техничког цртежа. Котирање димензија делова се врши функцијом *Smart Dimension*, али постоји и могућност одабира функције *Model Items*, која аутоматски котира цртеж онако како је то урађено када је део креиран.



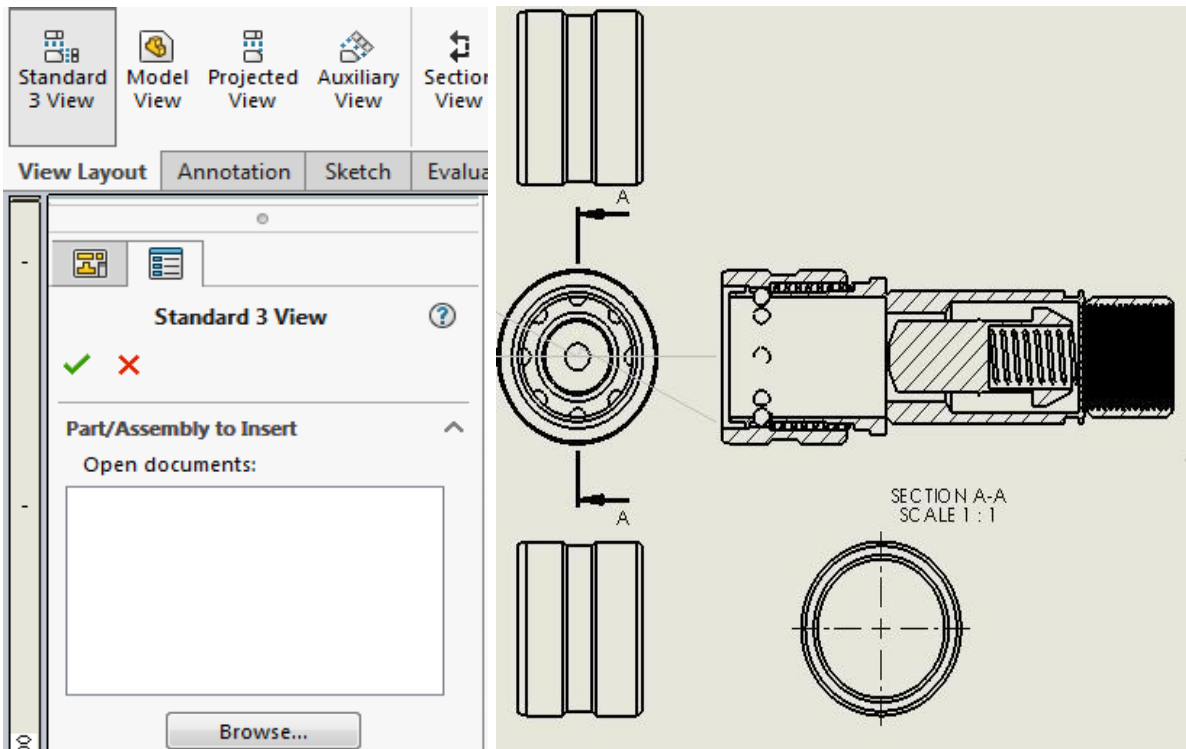
Слика 38. Котирање цртежа

Поред ових опција могуће је убацити и изометријски поглед модела., то се може учинити преко команде *Projected View*. Део се може котирали док је у овој пројекцији ако се нека кота не може другачије нацртати



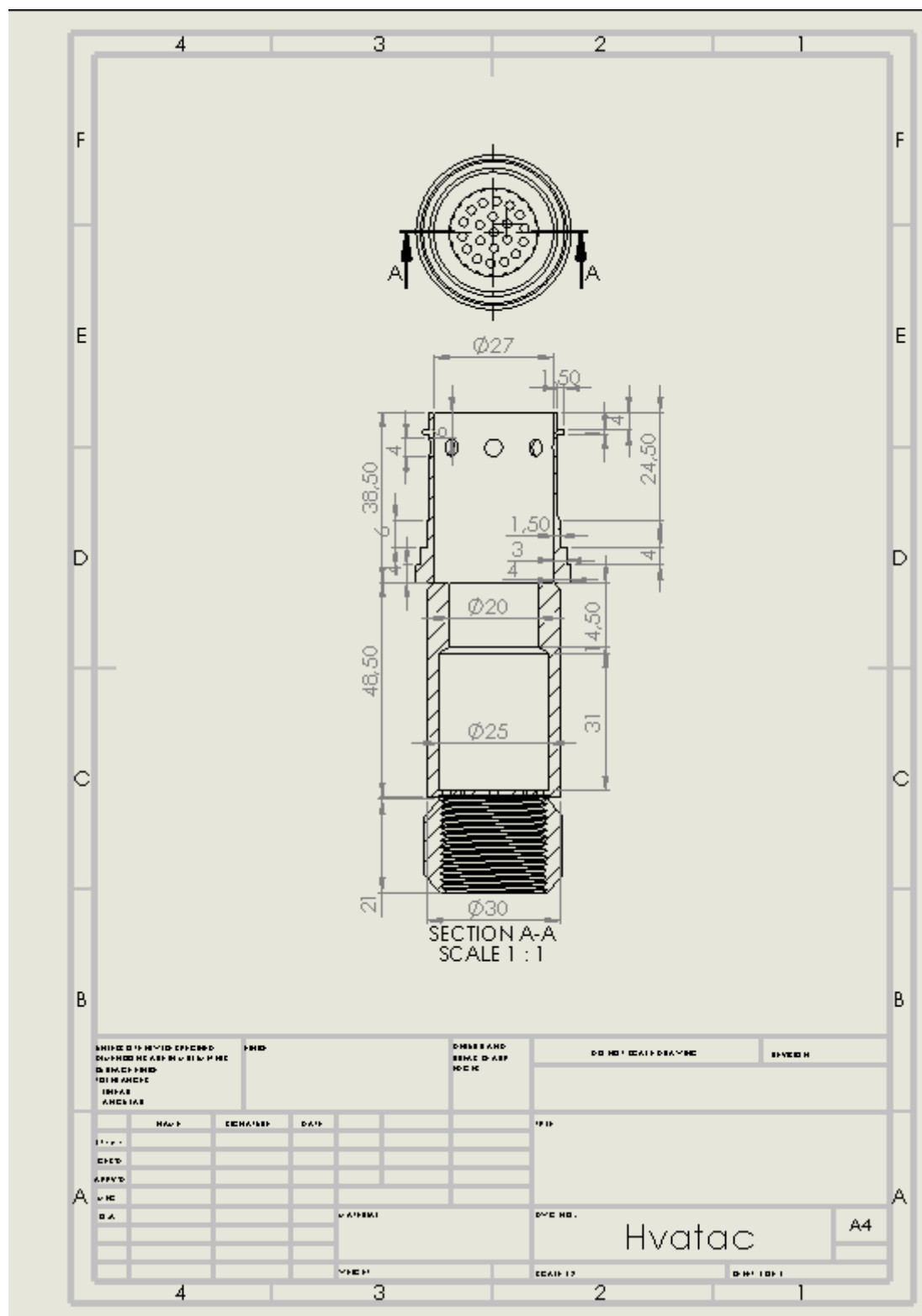
Слика 40. Изометријски приказ модела

Могуће је, такође, било који део, ако је у питању склоп, извући и приказати засебно. Када се одабере функција *Standard 3 View*, одабере се и део из склопа који је потребно додатно пројектовати, тај део се може одабрати директно са пројекције или пресека, а такође и одабиром претходно моделираних делова



Слика 41. Засебни приказ дела

Техничка документација делова и склопова дата је у наставку рада.



Слика 41. Техничка документација модела „Хватач“

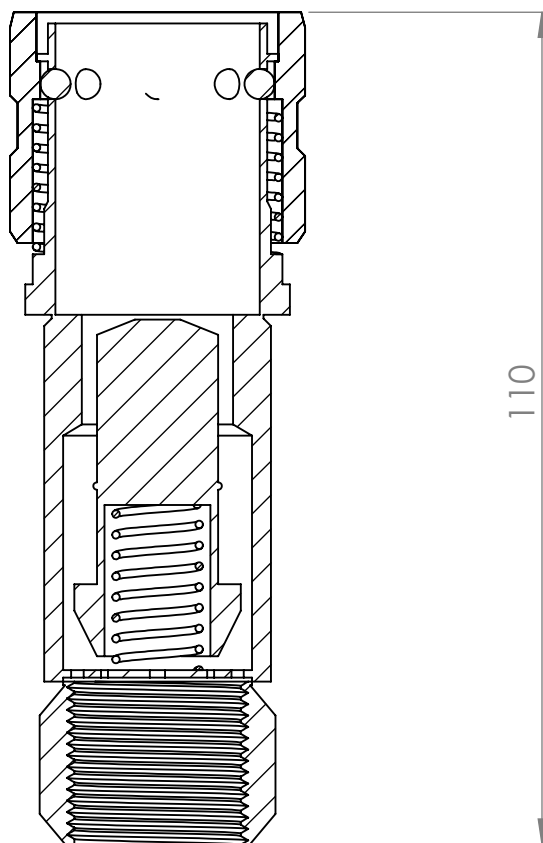
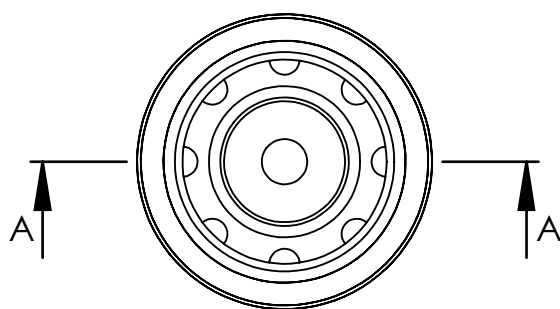
5.0 Закључак

Спојнице у хидрауличним системима имају велику примену, готово да сваки систем мора имати неку спојницу. Готово да нема грана индустрије која нема неки хидраулични систем, па тако велику примену имају спојнице. У овом раду представљена је ужа област примене спојнице, конкретно брзоделујуће спојнице. Представљена су теоријска разматрања која се односе на спојницу, као што су: радне течности, величине стања, подела, принцип рада и подручја примене. Посебан акценат стављен је на брзоделујућу спојницу, модел NO 12.

У софтверском пакету SolidWorks, представљен је 3Д модел брзоделујуће спојнице NO 12, са свим својим деловима и техничком документацијом. Описан је детаљан поступак моделирања делова, спајања склопова и израде техничке документације са свим коришћеним командама.

Литература

- [1] Владимир Савић, „Уљна хидраулика I“ Зеница, 1987
- [2] Душан Гордић, „Пренос снаге флуидом“ Машински факултет Крагујевац, 2007
- [3] Др. Душан Гордић ред. проф, „Хидраулика - скрипта“ Машински факултет, Крагујевац
- [4] <https://solfans.com/3DT/solidworks>, интернет сајт
- [5] <https://bs.wikipedia.org/wiki/SolidWorks>, интернет сајт
- [6] М. Gallal Rabie „Fluid power engineering" Modern Academy for Engineering and Technology Cairo, Egypt, 2009
- [7] Petter Chample „Principles of Hidraulic system design" Coxmoor, 2003



SECTION A-A
SCALE 1 : 1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

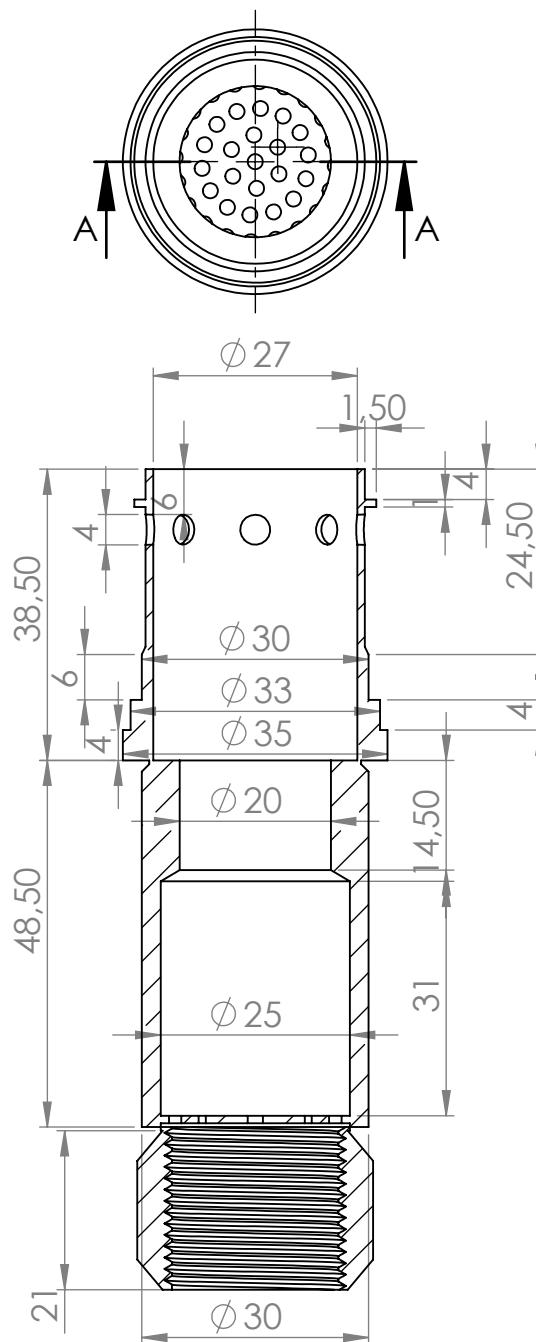
DWG NO.

SCALE:1:2

Hvatac sklop

A4

SHEET 1 OF 1



SECTION A-A
SCALE 1 : 1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:

MATERIAL:

DWG NO.

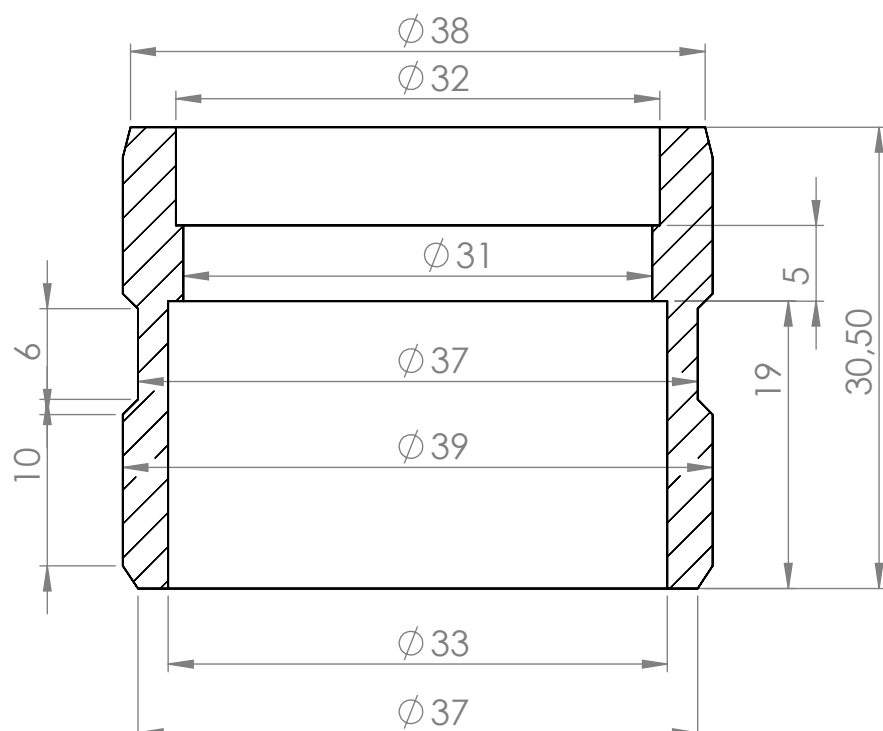
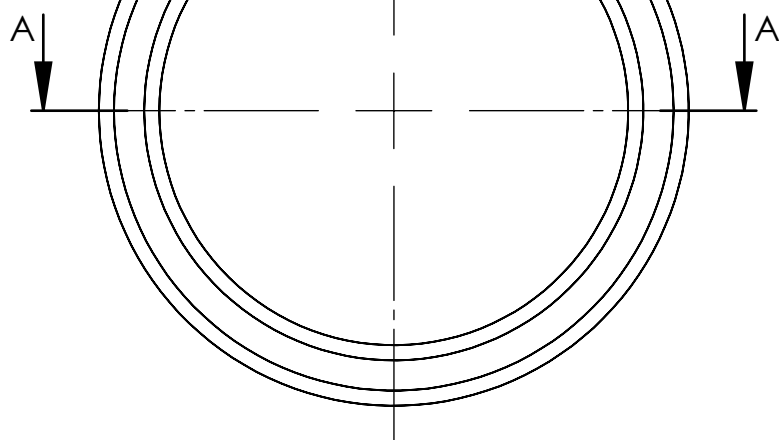
WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1

Hvatac

A4



SECTION A-A
SCALE 2 : 1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

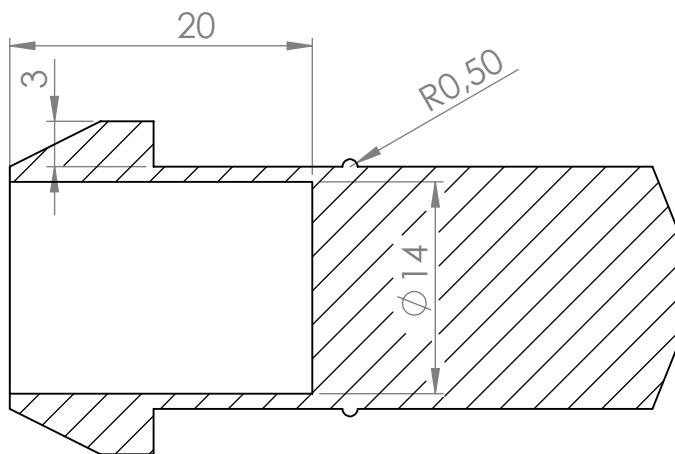
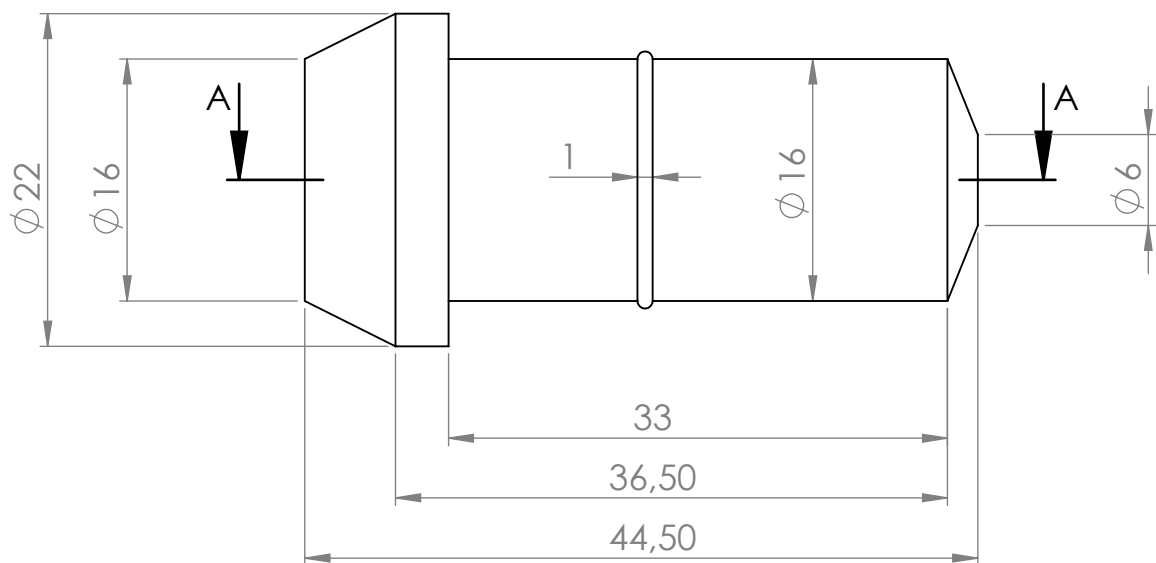
	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

TITLE:	
DWG NO.	Caura
SCALE:1:1	
SHEET 1 OF 1	

MATERIAL:

WEIGHT:

A4



SECTION A-A
SCALE 2 : 1

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

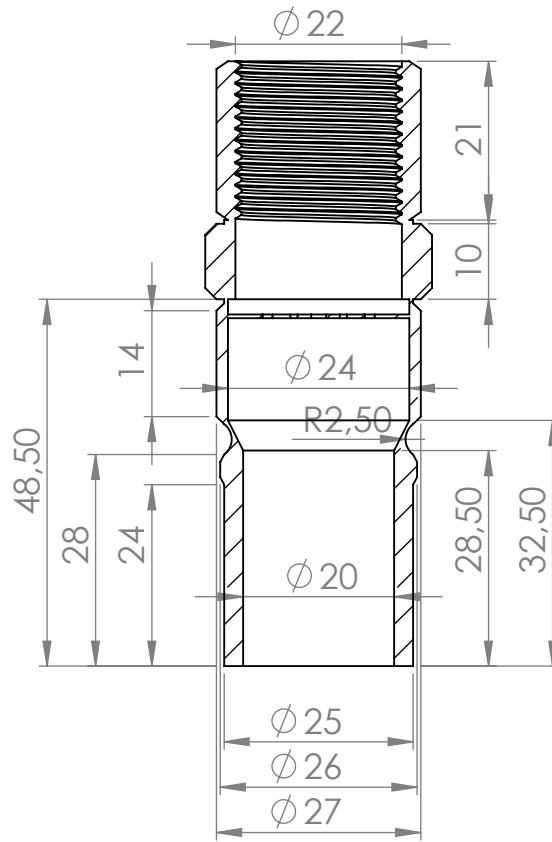
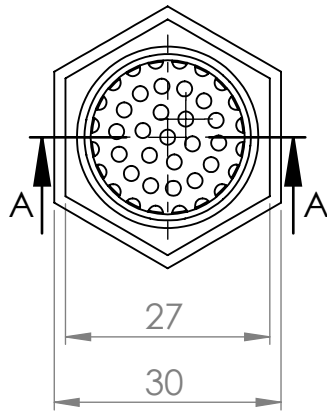
DWG NO.

SCALE:1:1

Osigurac.

A4

SHEET 1 OF 1



SECTION A-A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS
SURFACE FINISH:
TOLERANCES:
LINEAR:
ANGULAR:

FINISH:

DEBURR AND
BREAK SHARP
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN					
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					

MATERIAL:

WEIGHT:

TITLE:

DWG NO.

SCALE:1:1

Utikac crtez

A4

SHEET 1 OF 1