

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Енергетика и процесна техника

Предмет: Пренос снаге флуидом

Број индекса: 44/2015

Стефан С. Јевтић

**Примена софтверског пакета CATIA V5 за
пројектовање филтера за уисни вод**

Завршни рад

Ментор: Др. Душан Гордић, ред. проф.

Комисија за преглед и одбрану:

1. _____

2. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

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	Филтери у хидрауличним системима	5
2.1	Подела и врсте филтера	6
2.1.1	Подела према месту уградње	7
2.1.2	Подела филтера према начину филтрирања	11
3.0	Карактеристике филтера.....	12
3.1	Материјали за израду филтерског улошка.....	13
4.0	Филтер за уисни вод са додатним функцијама.....	15
4.1	Показивач запрљаности	16
4.2	Конструкција филтера за уисни вод са показивачем запрљаности	16
5.0	3Д модел филтера за уисни вод (ППТ-39 са додатним функцијама)	18
5.1	Поступак моделирања компоненти	22
5.2	Поступак коришћења готових компоненти	29
5.3	Поступак склапања делова	31
5.4	Поступак израде техничке документације.....	33
6.0	Закључак.....	39
	Литература	40

Резиме

Предмет овог рада је теоријско разматрање везано за улогу филтера у хидрауличким системима, са посебним нагласком на филтер усисног вода. Прво поглавље повезано је са основним принципима хидрауличких система. Улога филтера у хидрауличким системима, као и њихова класификација, разматрају се у другом поглављу. Трећи део описује главне карактеристике филтра и филтрирајућег материјала. У четвртом поглављу је теоретски описан усисни филтер са додатним функцијама ППТ-39. Софтвер CATIA V5 нуди широк спектар алата за моделирање делова, дизајн монтаже, припрему техничке документације и много додатних алата. У петом поглављу представљене су могућности, као и детаљне процедуре за моделирање делова, дизајн склопа и припрема техничке документације филтра усисног вода са додатним функцијама ППТ-39.

Кључне речи: Филтер, филтер за усисни вод, CATIA

Abstract

The subject of this work is a theoretical consideration related to the role of filters in hydraulic systems, with special emphasis on the suction line filter. The first chapter is related to the base principles of hydraulic systems. The role of filters in hydraulic systems, as well as their classification, are discussed in the second chapter. The third part describes the main characteristics of the filter and filters material. In the fourth chapter, the suction line filter with additional functions PPT-39 is theoretically described. The CATIA V5 software offers a wide range of tools for parts modelling, assembly design, preparing technical documentation, and many additional tools. In the fifth chapter, possibilities, as well as detailed procedures for modelling the parts, assembly design and preparation of the technical documentation of the suction line filter with additional functions PPT-39 are presented.

Key words: Filter, suction line filter, CATIA

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 хидраулике могу бити сви типови хидрауличних флуида (емулзија, синтетички флуиди, минерални 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[1]. 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. За обављање ових функција у хидрауличним системима користе се уља и течности које могу бити: минерална хидраулична уља, синтетичке течности (флуиди) и емулзије.

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].

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	Полиглицколи		
HEES	Синтетички естри		
HEPR	Поли-алфа-олефини и слични угљоводоници		

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°C до 120°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 10² bar (10⁷ 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/ m³] – густина радне течности при притиску p [Pa] и температури T [K],

ρ_0 [kg/ m³] – 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 $dv/dy \text{ s}^{-1}$:

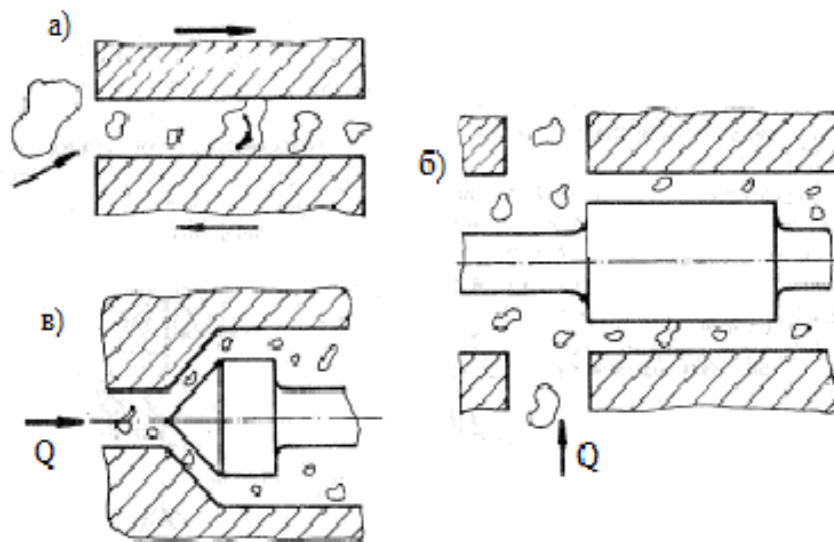
$$\tau = \mu \cdot \frac{dv}{dy}$$

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

Динамичка вискозност радне течности зависи од притиска и температуре

2.0 Филтери у хидрауличним системима

Током рада хидрауличног система у уље допиру механичке нечистоће из околине. Када се говори о нечистоћама, у уљу се могу наћи и честице материјала компоненти хидрауличног система, код којих долази до хабања у току радних процеса. Чврсте честице плутају у уљу и заједно са уљем се потискују ка проточном органу а затим од њега поново до резервоара. Одређена количина тих честица протиче са уљем до покретних делова радног кола и тако изазива оштећења. Обзиром на конструкцију хидрауличних компоненти, разликујемо три карактеристична случаја контакта чврстих честица и покретних површина компоненти, који су приказани на слици 1 [3].



Слика 1. Протицање чврстих честица кроз: а) између две непокретне површине; б) кроз зазор између зоне ниског и високог притиска; в) између конусних површина

Како би се максимално смањио лош утицај ових честица на радно коло, радни флуид је потребно прочистити – филтрирати. Филтер представља део хидрауличног система који омогућава нормалан рад система и повећава његов животни век. Филтери хидраулике заправо имају функцију да штите хидрауличне пумпе, вентиле и остале виталне делове система од нечистоћа и тако омогућавају поуздану и дугу експлоатацију хидрауличних система. Као филтрациони материјали најчешће се користе разне тканине, папир, сита од пластичних влакана или металне жице, синтеровани механички или метални материјали итд. (слика 2) [3].



Слика 2. Филтрациони материјали

Редовном заменом филтера у хидрауличним системима обезбеђује се мање загревање што значи бржи рад и спорији губитак вискозности флуида. Повећањем квалитета израде елемената смањују се зазори између клизних елемената самим тим је потребна боља филтрација уља. Својевремено су зазори били величине од $80\mu\text{m}$ до $100\mu\text{m}$ док се данас тражи минимална финоћа филтрирања за честице од $20\mu\text{m}$. Код хидрауличних система, уље се пречишћава приликом уласка у резервоар а у току рада пречишћава се у потисном, повратном и секундарном воду. У зависности од врсте уља и конструкције система, дефинише се потребан ниво пречишћавања. Када се ради о хидрауличним системима са највишим захтевима за чистоћу уља (серво-хидраулични мотори) неопходно је већину или све наведене могућности филтрирања [3].

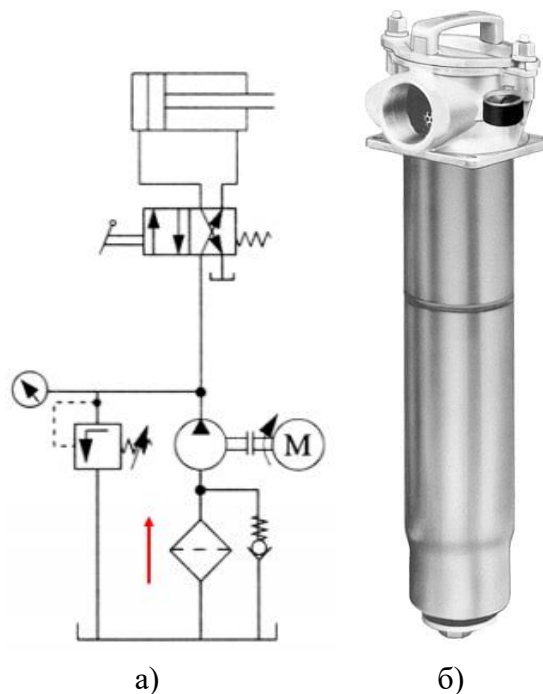
2.1 Подела и врсте филтера

Подела филтера у хидрауличним системима може се извршити на више начина као нпр. према конструкцији филтера и месту уградње, према врсти материјала од којих се прави филтерски уложак. Филтерски елементи могу бити „површински“, код којих се нечистоће издвајају на површини елемента, и „дубински“, код којих се нечистоће задржавају у порама канала филтерског елемента [2].

2.1.1 Подела према месту уградње

Усисни филтери

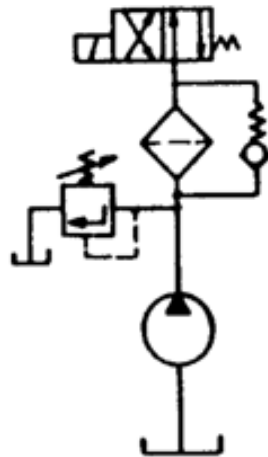
Када је реч о усисним филтерима (слика 3), они се постављају на усисном воду. Основни задатак им је да издвоје само грубе механичке нечистоће. Како стварају додатни отпор на усисном делу хидрауличног система (могућа појава кавитације) они се ређе уграђују у системе. Потпритисак усисавања код запреминских пумпи креће се од 0,5 бара, па усисни филтер, већ и код малих запрљања спречава доток уља у усисни део где долази до пада притиска и појаве кавитације. Због тога се код усисних филтера степен издвајања механичких нечистоћа креће од 100 μm па навише. Обавезно се уграђује и неповратни вентил који у случају засићења пропушта уље око филтера [4].



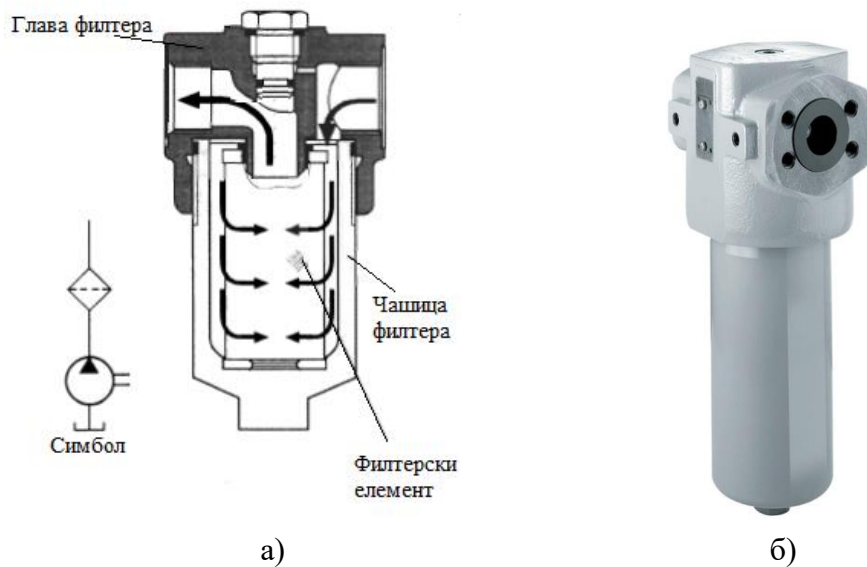
Слика 3. Шематски приказ уградње усисног филтера (а) и конструкција филтера (б)

Потисни филтери

Код потисних филтера, место уградње им је иза пумпе, у главном или споредном воду како би пречишћавао уље које се доводи даље до хидрауличких компоненти која тражи виши степен чистоће од осталих компоненти у хидрауличном систему. Потисни филтери (слика 4) који се уграђују у главним водовима хидрауличних система поседују уграђену најчешће оптичку и електричну контролу нечистоћа. Потисни филтери ниског притиска се уграђују у повратном воду. У зависности од захтева система, могу имати финоћу филтрирања 5, 10, 20, 25 μm где ретко имају већу вредност. Потисни филтери који се уграђују у повратне водове имају већу финоћу филтрирања која износи од 3 до 5 μm [4].



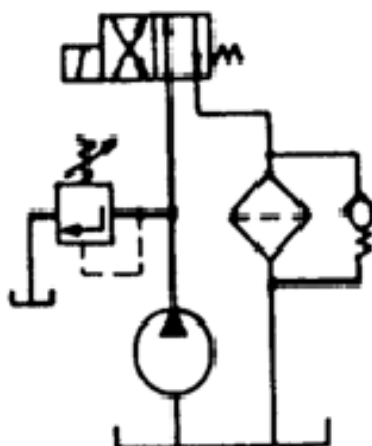
Слика 4. Шематски приказ уградње потисног филтра у хидрауличним системима



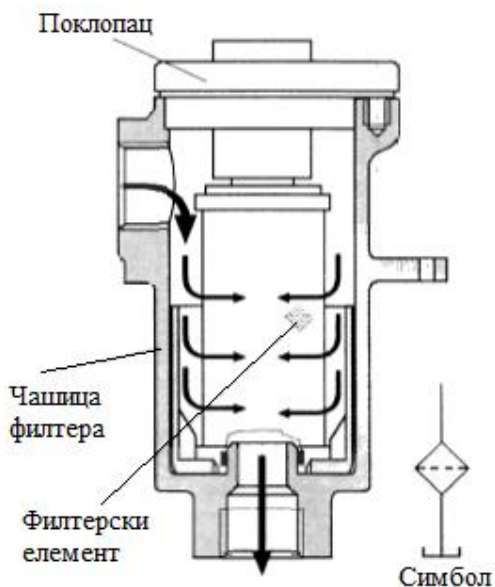
Слика 5. Конструкција (а) и (б) изглед филтера за потисни вод

Филтери за повратни вод

Филтери за повратни вод (слика 6 и 7) су смештени између регулационог вентила и резервоара за течност. Филтерски елемент који се користи код ових филтера има задатак да отклони нечистоће које би направили делови система, пре него што се течност врати назад у резервоар.



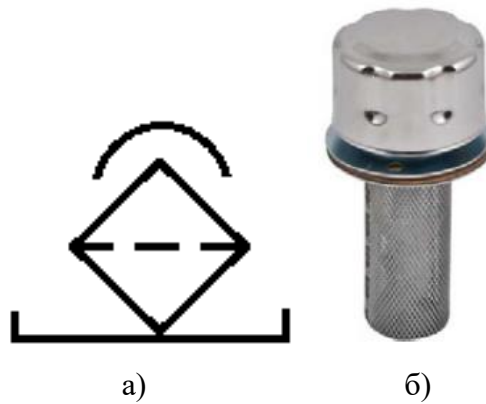
Слика 6. Шематски приказ уградње филтера за повратни вод у хидрауличним системима



Слика 7. Изглед филтера за повратни вод

Наливни филтер

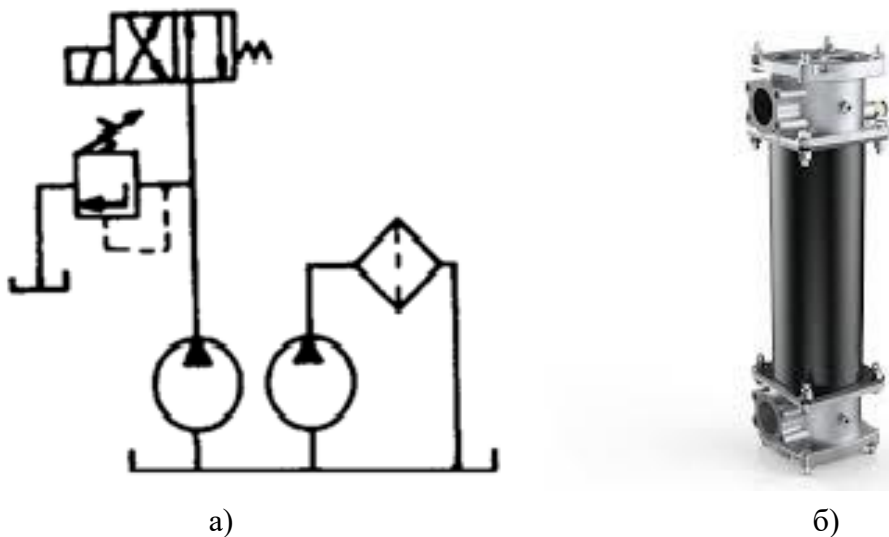
Наливни филтери (слика 8) су смештени на резервоару за течност. Користи се како би спречио влагу и нечистоће да уђу у резервоар [4].



Слика 8. Шематски приказ (а) и (б) изглед наливног филтера

Филтери за секундарно коло

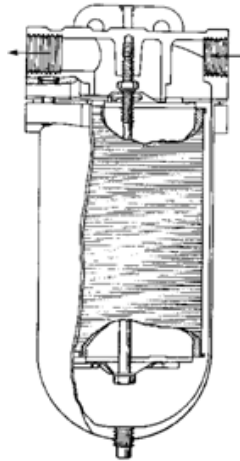
Филтери секундарног кола (слика 9) се користе независно од хидрауличног система који служи за одвајање нечистоћа из флуида пре самог уласка течности у хидраулични систем. Течност се повлачи из резервоара до филтера, пречишћава се и затим се враћа назад у резервоар [4].



Слика 9. Шематски приказ уградње (а) филтера и (б) изглед филтера за секундарно коло

2.1.2 Подела филтера према начину филтрирања

У зависности од начина филтрирања, филтере можемо поделити на површинске и дубинске. Код површинских филтера нечистоће се издвајају на површини филтерског елемента. Конструкција површинских филтера (слика 10) се углавном састоји од металних влакана у облику мрежице. Највиши степен финоће филтрирања код мрежастих филтера износи $10\ \mu\text{m}$ док је код филтера са сегментима то $50\ \mu\text{m}$ [2].



Слика 10. Изглед површинског тракастог филтера

Када је реч о дубинским филтерима (слика 11), нечистоће се одвајају у порама канала филтерског елемента. Материјали од којих се најчешће израђују дубински филтери, то су папирна, стаклена или метална влакана и синтерованих металних зрнаца. Иако поседују већу могућност одвајања нечистоћа, имају ограничену област примене јер су ови филтери једнократне употребе [2].



Слика 11. Изглед дубинског филтера

3.0 Карактеристике филтера

Неке од главних карактеристика филтера су: финоћа филтрирања, капацитет сакупљених издвојених честица, проток уља и брзина протицања уља кроз филтер[3].

Када је реч о финоћи филтрирања, ту се подразумева својство филтера да издвоји честице одговарајућих величина и изражава се у микрометрима (μm), док када се говори о апсолутној чистоћи филтрирања, она се означава величином највеће нечистоће у облику кугле, која може проћи кроз отворе филтера. Тачно прерачунавање номиналне вредности филтера није могуће у потпуности, јер њихов однос зависи у потпуности од конструктивних карактеристика филтера. Приближним степеном тачности, може се узети да филтер са нормалном чистоћом филтрирања од 10 до 20 μm има апсолутну вредност филтрирања од 25 до 30 μm док филтер са номиналном вредношћу филтрирања 1,5 μm има апсолутну вредност филтрирања од 3 μm .

Степен филтрирања је величина која означава однос броја честица одређене величине пре и после филтрирања и одређује се одређује величином тзв. „бета фактора“ - β_x . На пример, $\beta_{50} = 10$ означава да се у флуиду испред филтера налази десет пута више честица величине 50 μm , него иза филтера. Како би се стекла потпуна слика о способности филтера за одвајање нечистоћа из флуида, неопходно је познавати вредност бета фактора за честице различитих величина [3].

$$\beta_x = \frac{n_1}{n_2}[-]$$

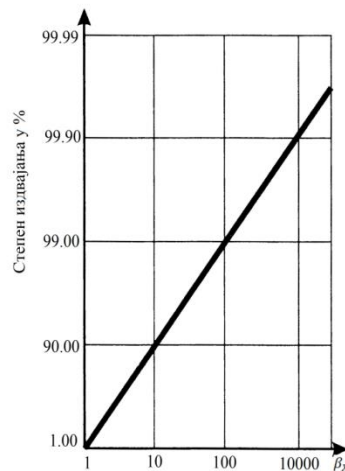
n_1 - број честица величине веће од x у радној течности испред филтера;

n_2 - број честица величине веће од x у радној течности иза филтера.

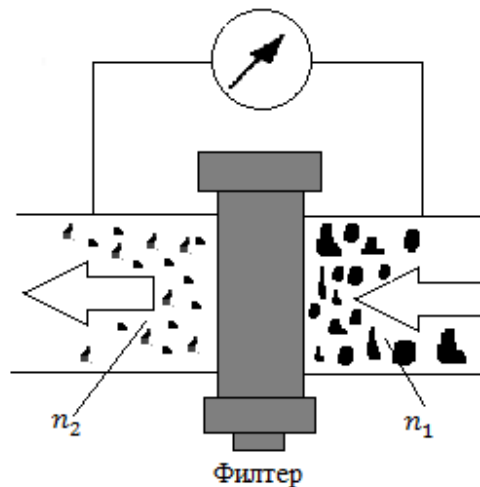
Док се степен одвајања рачуна према једначини:

$$S = 1 - \frac{1}{\beta_x}$$

Однос бета фактора и степена одвајања дат је у дијаграму на слици 12.



Слика 12. Однос бета фактора и степена одвајања



Слика 13. Филтерски ефекат

3.1 Материјали за израду филтерског улошка

Код избора материјала од којег ће се израдити филтерски уложак, одабир зависи од различитих критеријума. Између осталог, неки од тих критеријума су област примене филтера, функцију филтера у систему, степен загађења (контаминације) као и од хемијске или физичке отпорности.

Неорганска стаклена влакна, полиестер, целулоза, материјали од нерђајућих влакана и жице од нерђајућег челика неки су од материјала који се користе за израду. У даљем тексту биће дати ови материјали и њихове карактеристике [6].



- Велики капацитет задржавања нечистоћа.
- Велика ефикасност издвајања и најситнијих честица захваљујући 3-д структури која омогућава дубоку филтрацију.
- Изузетно повољан однос цене и квалитета.

Слика 14. Неорганска стаклена влакна



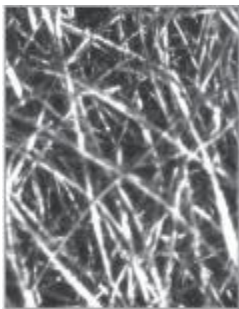
- 100% полиестер са термалним везивањем
- Добар хемијски отпор
- Висока ефикасност издвајања најситнијих честица

Слика 15. Влакна од полиестера



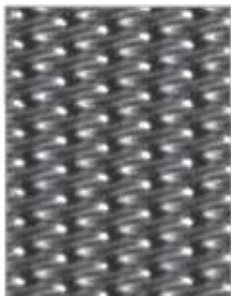
- Могуће су варијације са најнижом ценом и уједно великим капацитетом издвајања нечистоћа
- Није погодан за течности на бази воде

Слика 16. Целулозна влакна



- Синтерована нерђајућа влакна са 3-д структуром која даје већу ефикасност дубоке филтрације
- Слаба отпорност на високо запрљане флуиде
- Одлична хемијска и термичка отпорност

Слика 17. Нерђајућа влакна

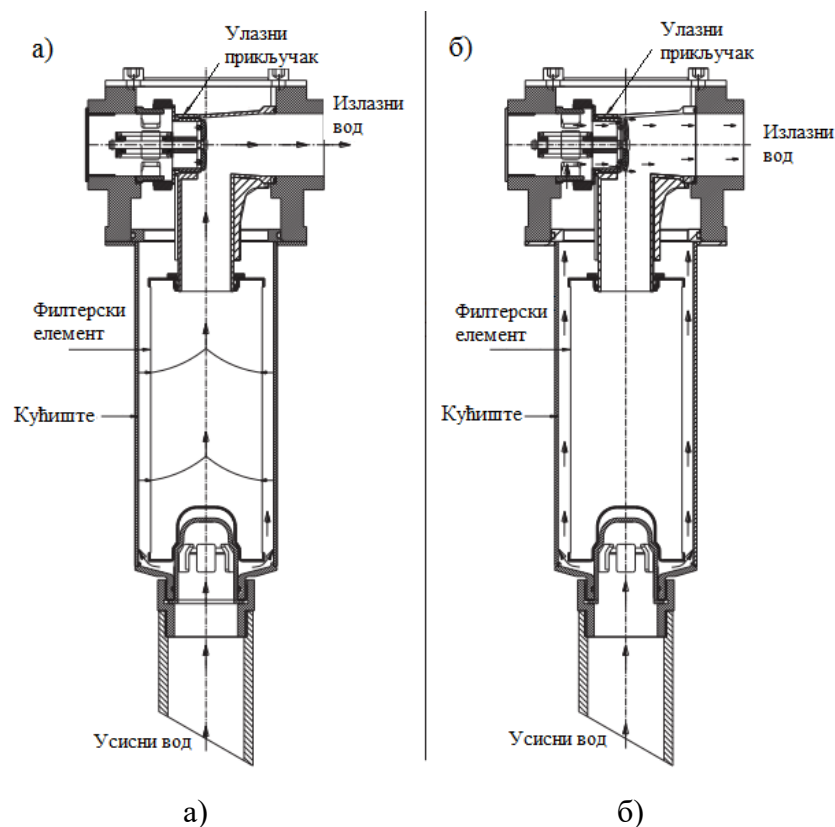


- Врста ткања: четвртасто ткање
- Одлична хемијска и термичка отпорност

Слика 18. Прохромска мрежа

4.0 Филтер за уисни вод са додатним функцијама

Како је речено у досадашњем тексту, филтери за уисни вод представљају врсту филтера у хидрауличним системима чија је основна и главна улога да заштите како пумпу, тако и цео систем од разних облика нечистоћа. Нечистоће могу изазвати висок ниво хабања у радном колу пумпе. Уисни филтери представљају својствене филтере заштите. Ови филтери се могу уградити на резервоар – најчешће је то бок резервоара, испод нивоа радне течности. Замена филтерског улошка врши се без да се претходно испразни резервоар. Принцип рада је следећи: Контаминирани флуид улази у филтерски елемент кроз уисни вод, где долази до одвајања нечистоћа из радног флуида. Тако пречишћени флуид струји даље, услед разлике притисака до излазног вода. Међутим, када се филтерски елемент зачепи, филтер више не успева да пречишћава флуид што повећава притисак на улазном воду пумпе. Дакле, када притисак флуида у посуди прелази одређену вредност, тај притисак флуида покреће *by-pass* вентил, долази до постепеног сабијања опруге како би се *by-pass* вентил отворио и дозволио проток уља директно у потисни вод. Овај процес отварања *by-pass* вентила покреће се искључиво када дође до задрљања филтера (слика 19).



Слика 19. а) Смер струјања флуида када је филтерски елемент активан; б) Смер струјања када је активиран бай-пас вод

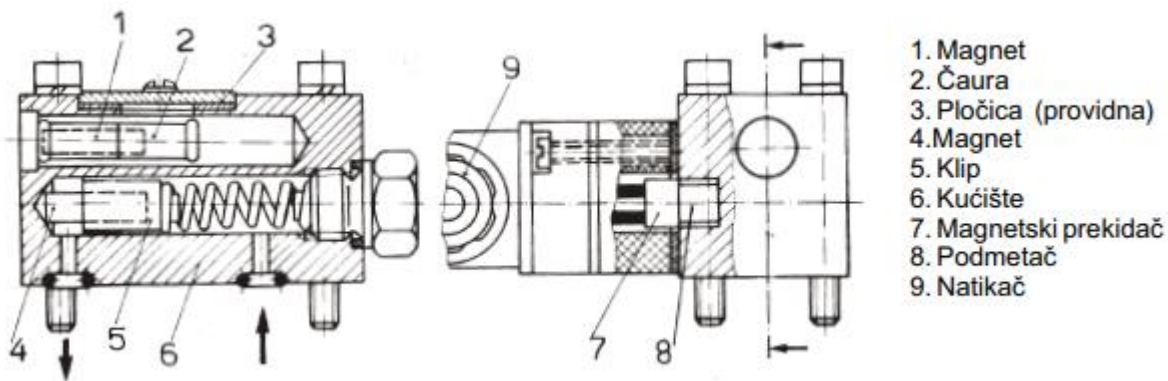
Разликујемо две врсте уисних филтера:

- Са показивачем запрљаности
- Без показивача запрљаности

Запрљаност уисног филтера може се утврдити на више начина, непосредно – визуелно или посредно тј. електро показивачем који светлосним или звучним индикатором показује запрљаност (активира се услед разлике притисака).

4.1 Показивач запрљаности

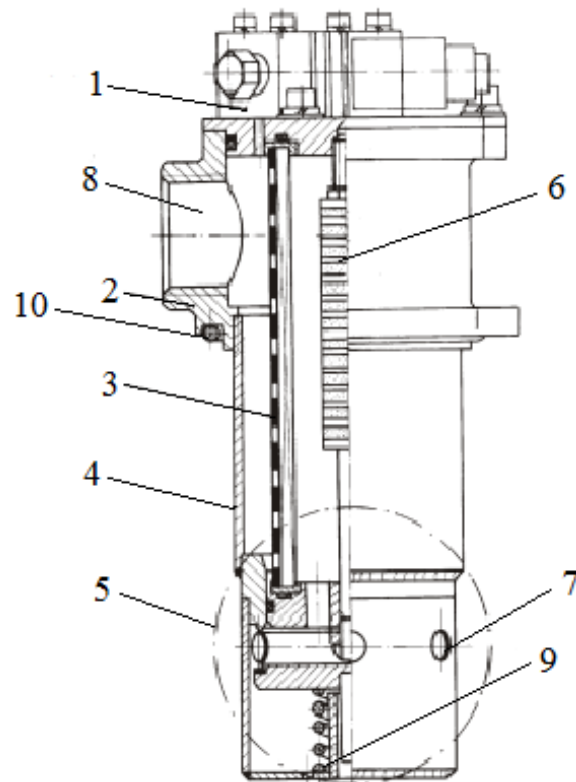
Када се нови елемент инсталира у филтер, разлика између улазног и излазног притиска из филтера биће номинална, тако да у том тренутку долази до нормалног рада филтера. Али, када једном дође до запрљања филтерског елемента, он постепено губи свој капацитет филтрације где тада долази до пораста притиска на улазном воду. Преко показивача запрљаности (слика 20), имамо увид у стање филтерског елемента, односно даје нам информацију када треба очистити или заменити филтер. Постоји могућност коришћења филтера и без показивача запрљаности, али то представља својеврстан ризик јер уколико немамо показивач запрљаности, не можемо поуздано знати стање филтера у коме се налази. Коришћење показивача има две битне предности: Прва, отклања потребу за самосталну процену запрљања; Друга, избегавају се непотребни трошкови замене филтерског елемента прерано (без потребе).



Слика 20. Конструкција показивача

4.2 Конструкција филтера за уисни вод са показивачем запрљаности

На слици 21. налази се конструкција филтера за уисни вод, са показивачем запрљаности. Описане су позиције на слици и њихова функција [5].



Слика 21. Конструкција филтера за усисни вод са показивачем запрљаности

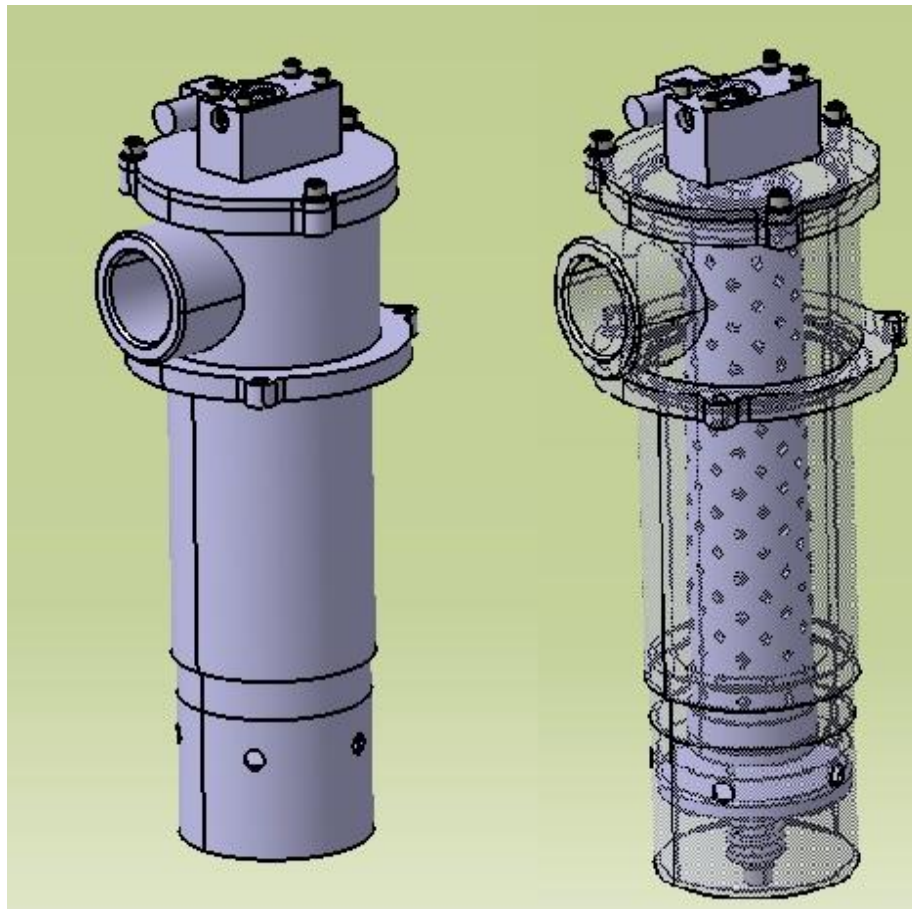
1. Показивач запрљаности - има функцију да мери разлику притисака како би указао на преостали животи век филтера или на евентуалну нечистоћу флуида;
2. Глава филтера – горњи део кућишта филтера који садржи отвор за излазни вод;
3. Језгро – одваја грубље нечистоће из флуида;
4. Кућиште филтера – омотач филтера који омогућава да флуид струји директно ка филтерском елементу;
5. Неповратни вентил – његова функција је да када је потребно заменити филтерски уложак, под дејством опруге на плочу затвори канале преко којих течност улази у филтер. Тако се може несметано заменити филтерски уложак, без пражњења резервоара;
6. Филтерски елемент – састоји се од велике површине целулозе или синтетичког материјала за довољну количину филтрације у нормалним условима;
7. Отвори за довод – функција им је довођење флуида у филтер;
8. Отвор за одвод – има функцију да пречишћени флуид проследи напред ка радном колу;
9. Опруга – служи за регулисање положаја плоче неповратног вентила;
10. Заптивач – има функцију да спречи улазак прашине или других нечистоћа у кућиште филтера.

5.0 3Д модел филтера за усисни вод (ППТ-39 са додатним функцијама)

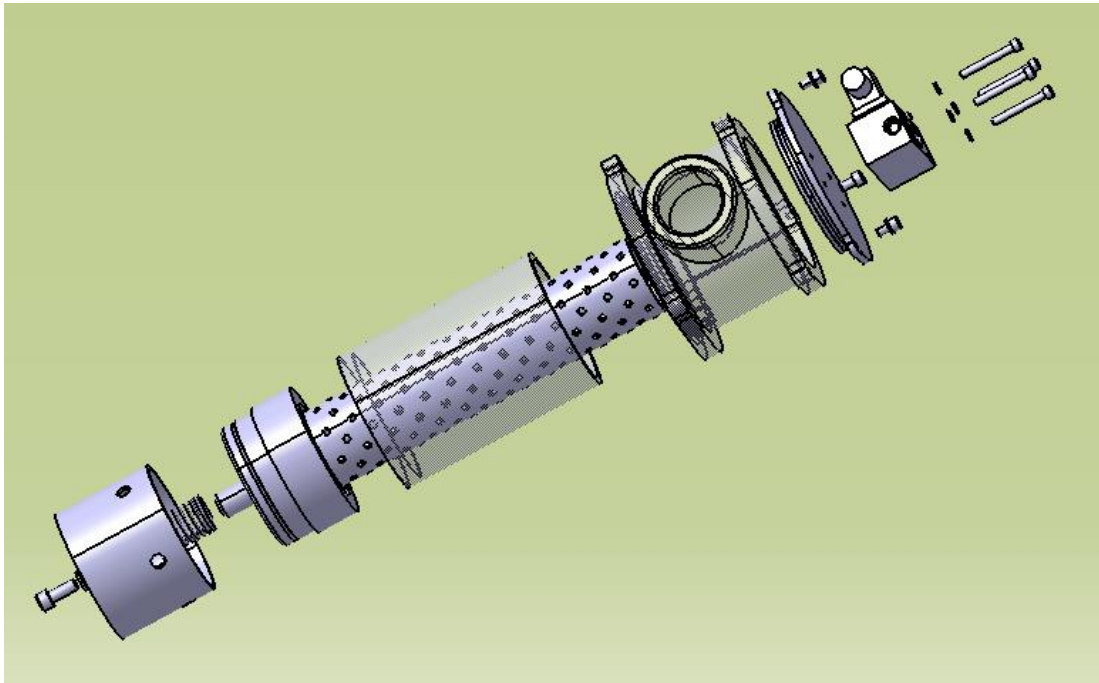
Завршни део рада садржи израду 3Д модела филтера за усисни вод са додатним функцијама. Модел је израђен у програму CATIA-V5 и реализован је у више корака.

CATIA (*Computer Aided Three-Dimensional Interactive Application*) је тродимензионални рачунарски програм за рачунарско пројектовање и техничко конструисање. Суштински конструктивни процес CATIA програма обухвата израду тродимензионалних модела и из њих извођење 2Д цртежа и планова [7].

У наредном делу рада приказан је 3Д модел филтера за усисни вод, са деловима (слика 22 и 23).

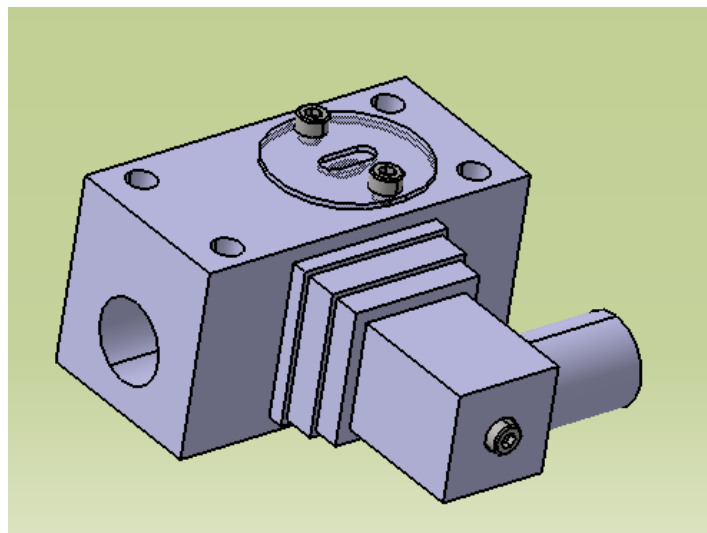


Слика 22. 3Д модел филтера за усисни вод са додатним функцијама



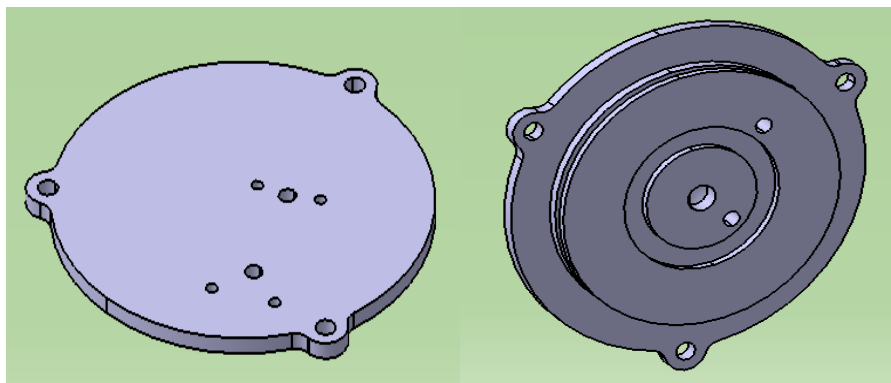
Слика 23. 3Д приказ свих делова филтера

На слици 24 приказан је комбиновани показивач за прљаности. Као што је већ речено, његова функција је да обавести корисника о за прљаности филтера мерећи разлику притисака. Код комбинованог показивача за прљаности, нечистоћа се може утврдити и визуелно.

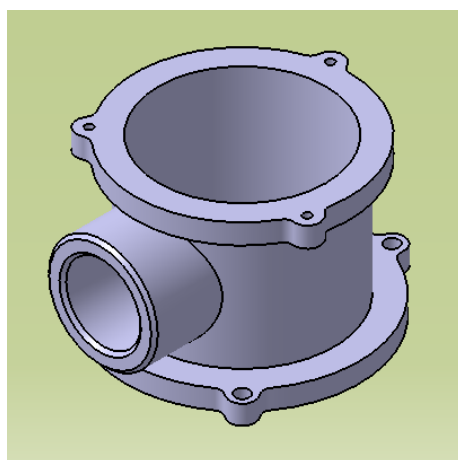


Слика 24. Комбиновани показивач за прљаности

На слици 25, приказан је 3Д модел поклопца главе филтера, а на слици 26 глава филтера.

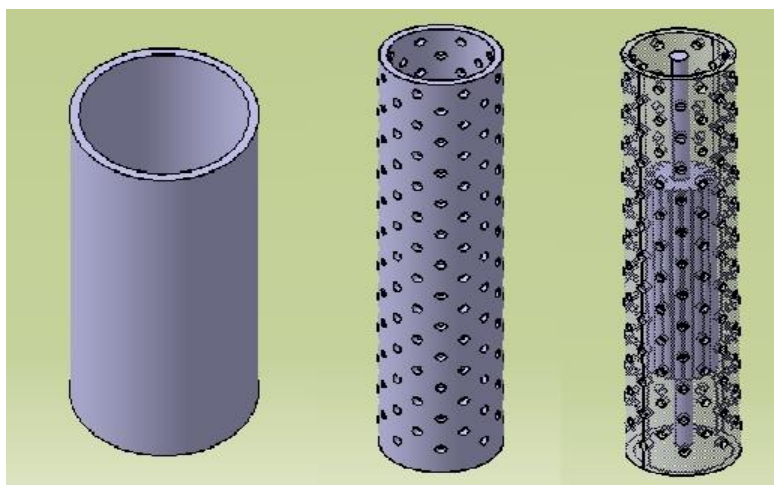


Слика 25. 3Д модел поклопца главе филтера



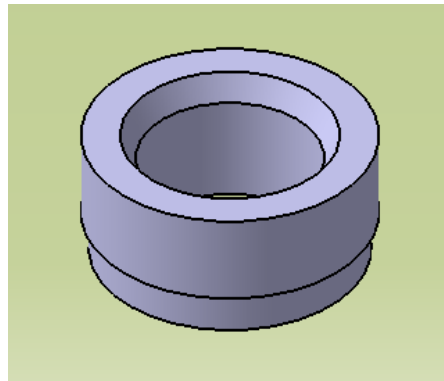
Слика 26. Глава филтера

На слици 27 приказано је кућиште са филтерским улошком.



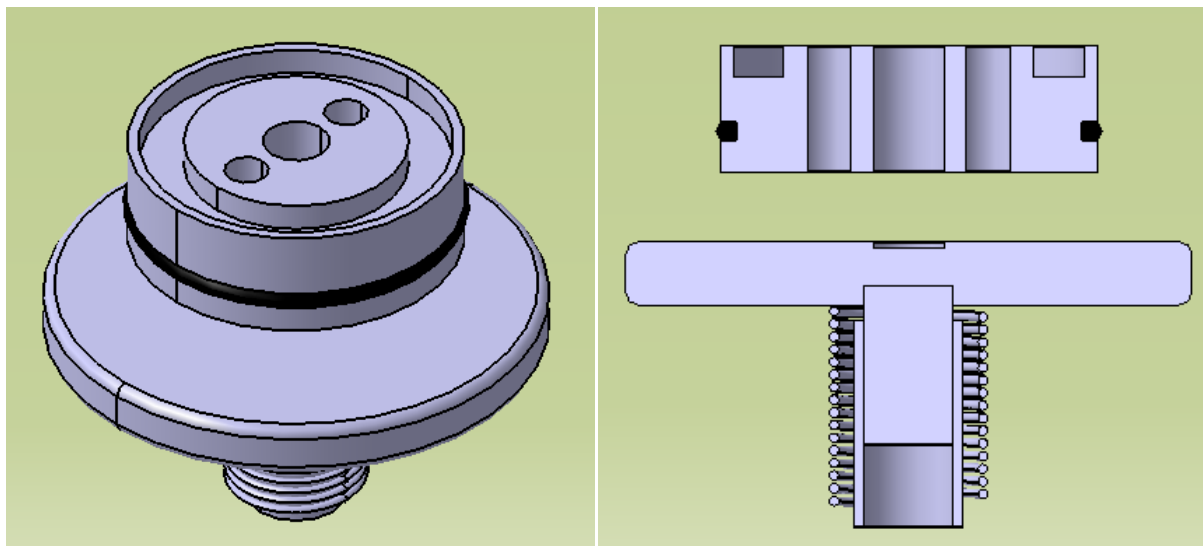
Слика 27. Кућиште са филтерским улошком

На слици 28. приказана је спојница која спаја кућиште филтера са доњим делом кућишта у коме је смештен неповратни вентил.



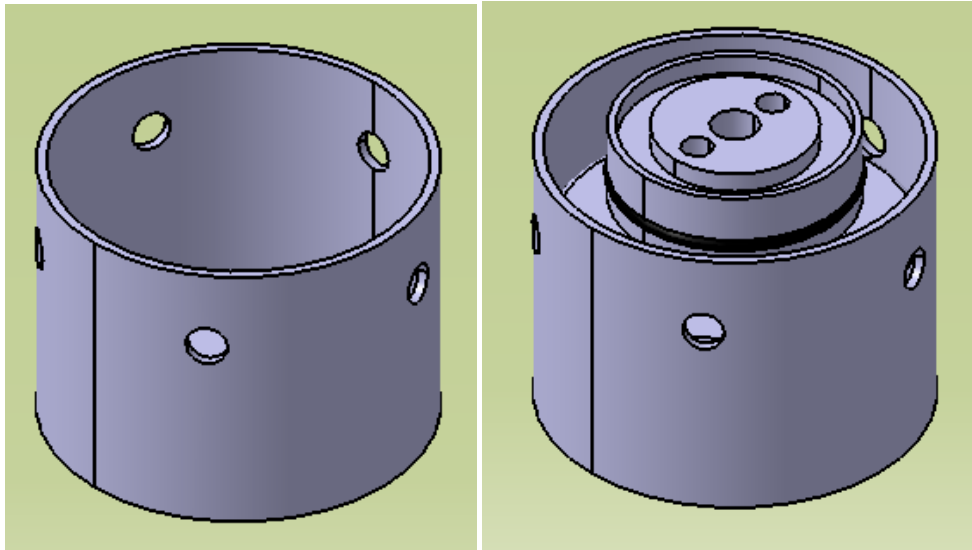
Слика 28. Спојница

На слици 29 приказан је неповратни вентил и његов пресек. Неповратни вентил има функцију да при заменим филтерског елемента, под дејством притиска опруге плоча затвори отворе и тако спречи доток течности док се филтерски елемент не замени новим. Заменом филтерског елемента, цев која пролази кроз отвор у средини, притиска плочу, сабија опругу где долази до померања плоче на доле и отварања канала за проток течности.



Слика 29. Неповратни вентил

На слици 30. приказан је доњи део кућишта у коме је смештен неповратни вентил.



Слика 30. Доњи део кућишта

5.1 Поступак моделирања компоненти

У овом поглављу рада описан је поступак израде компоненти 3Д модела, креирања 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*.

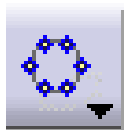
Алати коришћени при изради скица су:



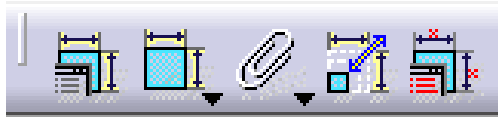
Sketch – Представља једну од основних радних окружења у CATIA софтверском пакету, јер већина 3Д форми почиње од скице. Скице су обично затворене форме састављене од линија, кружних лукова али скице некада могу бити и отворене.



Profile – Коришћењем ове палете алата дефинише се контура скице. Понуђене су опције као што су нпр. опција *Circle* за креирање кружнице, *Ellipse* за скицирање елипсе.



Circular Pattern – Ова функција се користи за копирање креираних 2Д форми по кружном шаблону.

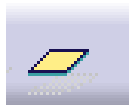


Constraint – Ова палета омогућава дефинисање димензија скица и делова (дужина и ширина, висина, пречник, полупречник)

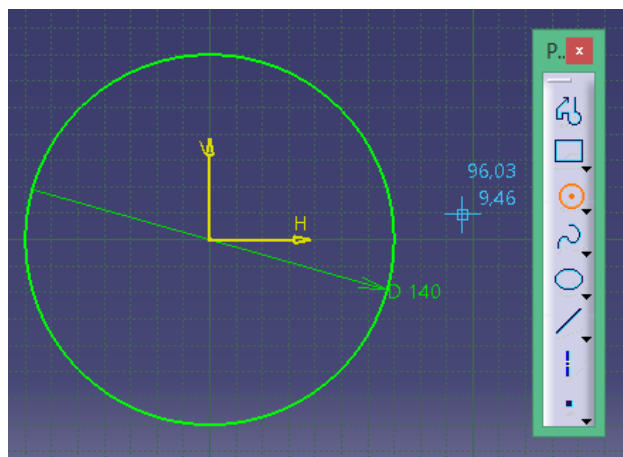
Након израде скице, потребно је моделу додати „материјал“, односно трећу димензију, што се врши изласком из *Sketch* окружења и одабиром неке од команди за креирање треће димензије (*Pad*, *Pocket*, *Rib*, *Edge fillet*...).



Sketch – Based Features – Из ове палете користи се функција *Pad* за додавање материјала (треће димензије), креирање отвора (*Pocket*) уклањањем материјала или креирање форме (*Rib*) итд.

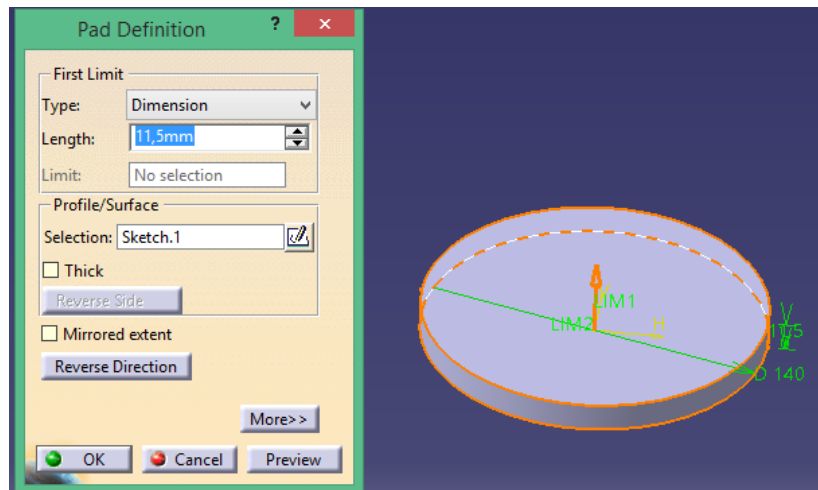


Plane definition – Користи се уколико је потребно креирати нову раван погодну за израду модела. Бира се референтна раван или равну површину у односу на коју је потребно направити нову раван, а затим се дефинишу правац и растојање.



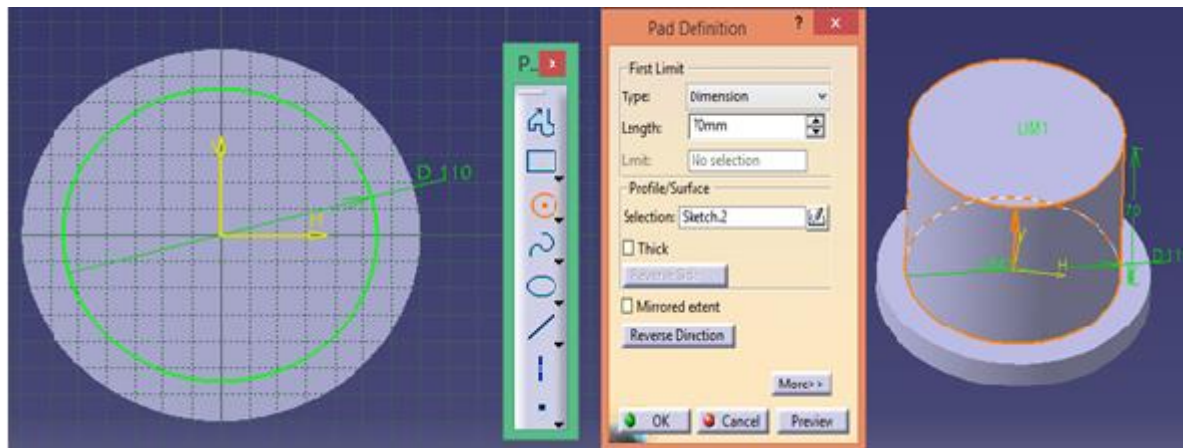
Слика 31. Почетна скица

Као што се види на слици 31, командом *Circle* креира се кружница, а затим се командом *Constraint* задаје пречник или полупречник. Након тога, коришћењем опције *Pad* из палете *Based Features* додаје се дебљина материјалу. Дебљина материјала се бира у пољу *Length* (Слика 32)



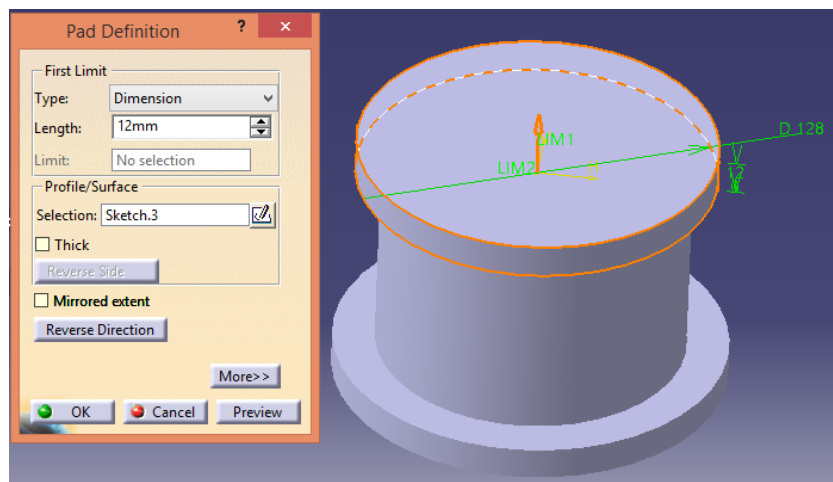
Слика 32. Примена функције Pad

Након додате дебљине материјала, даље се црта још једна кружница како би креирао горњи цилиндар. Користи се поново команда *Circle*, затим команда *Pad* и бира се дебљина. (Слика 33).



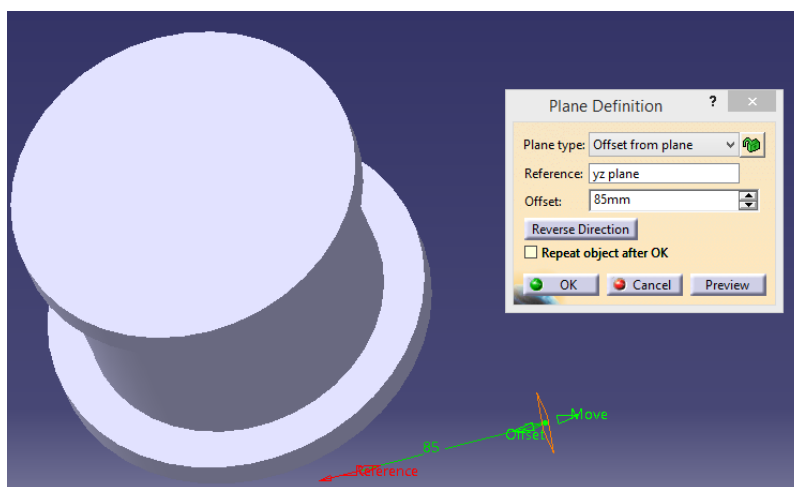
Слика 33. Поступак израде цилиндра

Исти поступак се примењује и за цртање горњег дела главе, слика 34..



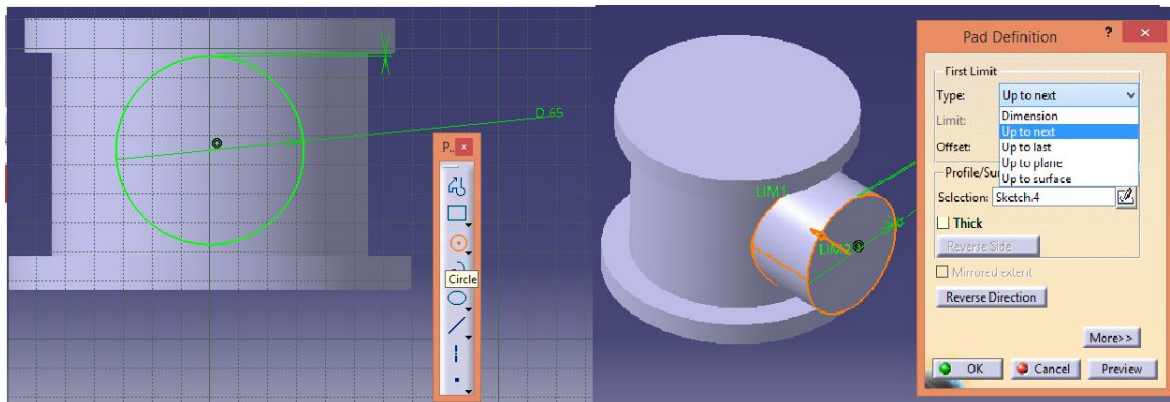
Слика 34. Цртање горњег дела главе

Након овога, креира се нова равна коришћењем команде *Plane Definition*, бирајући претходно референтну равна у односу на коју се креира нова равна, а затим раздаљина, односно положај где ће да се налази нова равна у односу на референтну (Слика 35).



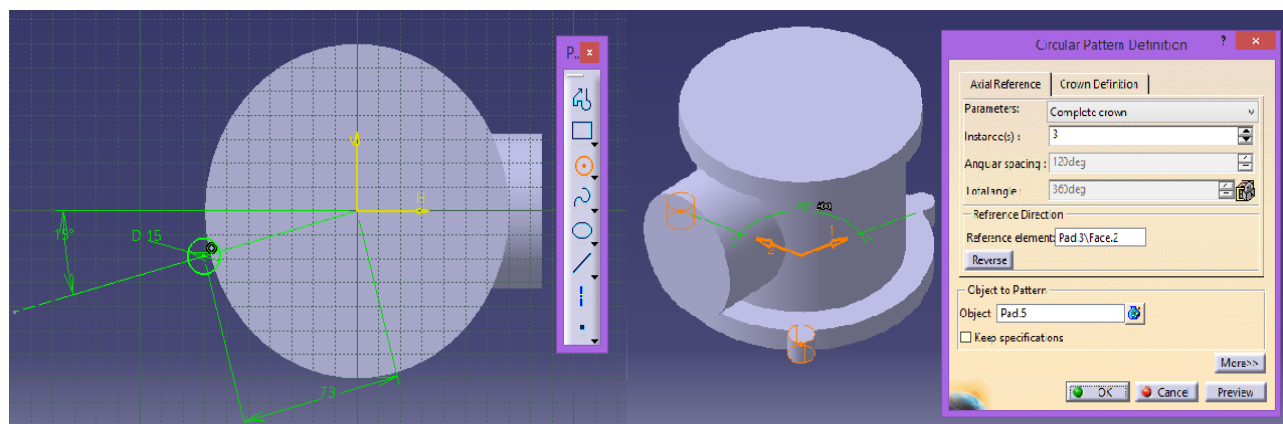
Слика 35. Примена команде *Plane Definition*

Даље у овој равни се креира нова кружница, како би се формирао нови цилиндар који ће се спојити са већ постојећим. Коришћењем команде *Pad* задаје се дебелина, односно користи се опција *Up To Surface* како би цилиндар ишао до прве следеће површине, (Слика 36).



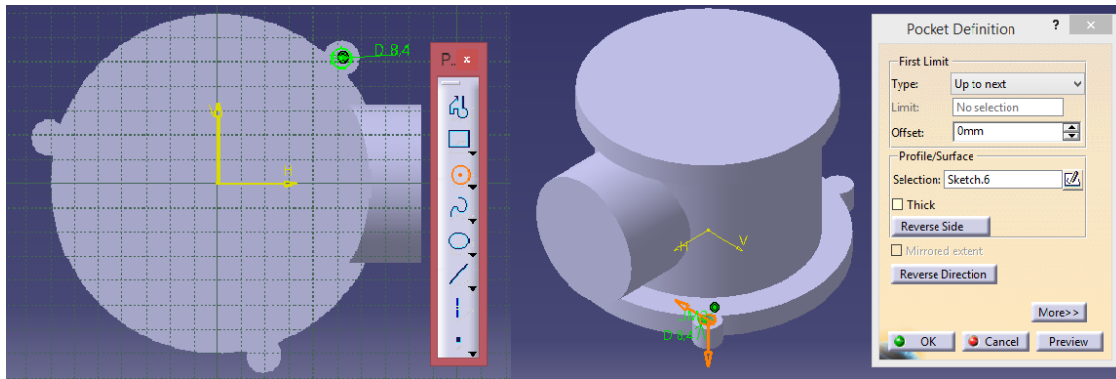
Слика 36. Примена опције Up To Surface

Затим се креира кружница, позиционира под одређеним углом, додаје се дебљина и потом користи опција *Circular Pattern* како би одмах био креиран потребан број кружница. У прозору *Circular Pattern Definition* бира се (Слика 37) број кружница и њихов положај.



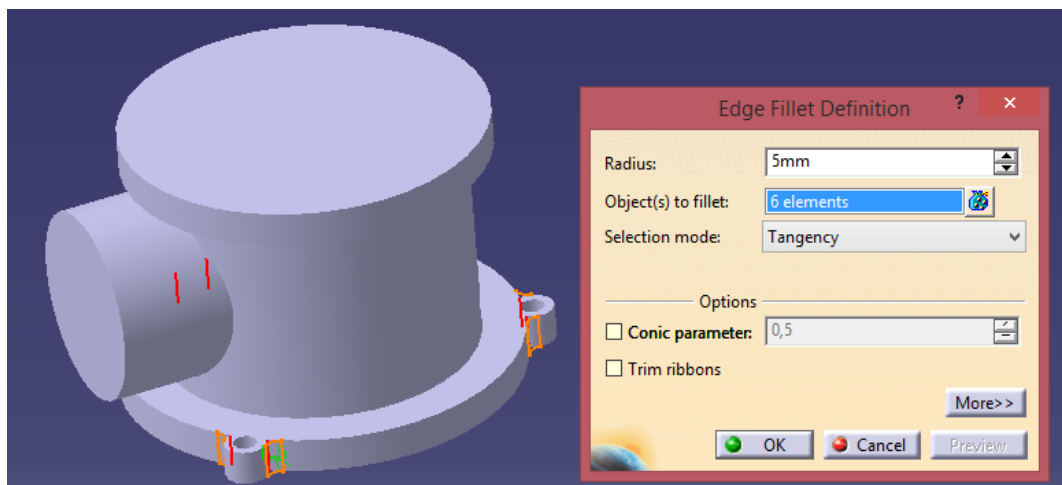
Слика 37. Примена функције Circular Pattern

Затим се креирају нове кружнице који ће послужити као дефиниција отвора који је потребан да се налази на деловима који су претходно одрађени. Након нацртаних кругова, бирањем опције *Pocket*, добијају се отвори. (Слика 38)



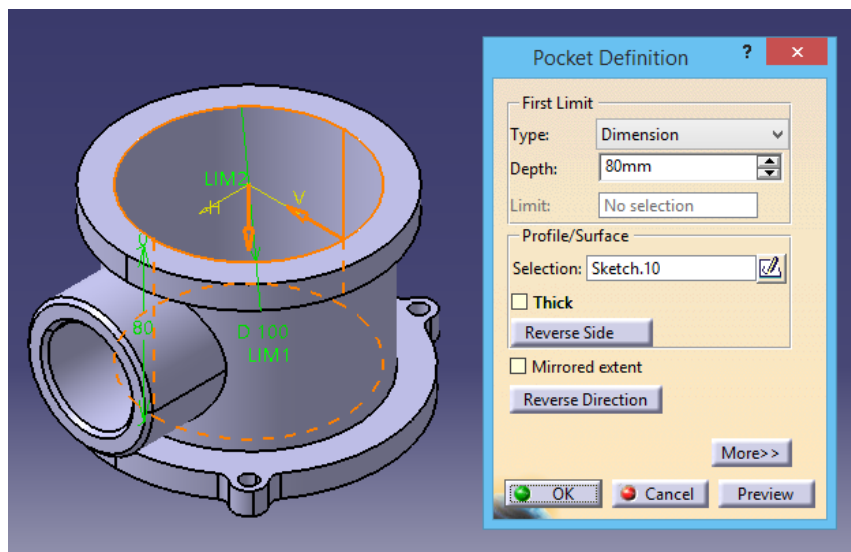
Слика 38. Примена функције Pocket

Даље се користи функција *Edge Fillet Definition* како би се заоблиле ивице. У првом пољу дефинише се радијус колики је потребан, затим се врши одабир ивице на којима је потребно да радијус буде постављен.

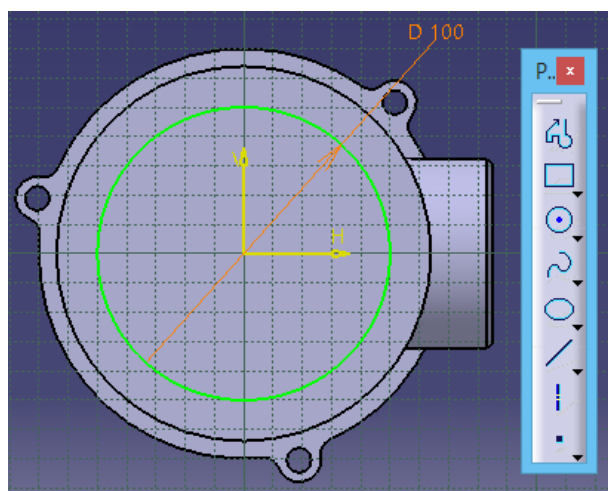


Слика 39. Примена функције Edge Fillet Definition

Опције које су претходно коришћене примењују се и за израду истих делова, на горњем делу који је постављен на цилиндар. На слици 40 види се примена функције *Pocket*, где је помоћу истоимене функције направљен отвор. Бирањем функције *Pocket*, програм тражи да се изабере профил отвора, то се бира у одељку *Selection* па затим цртањем скице (у овом случају је то круг), дефинише се димензија и затим *OK*.

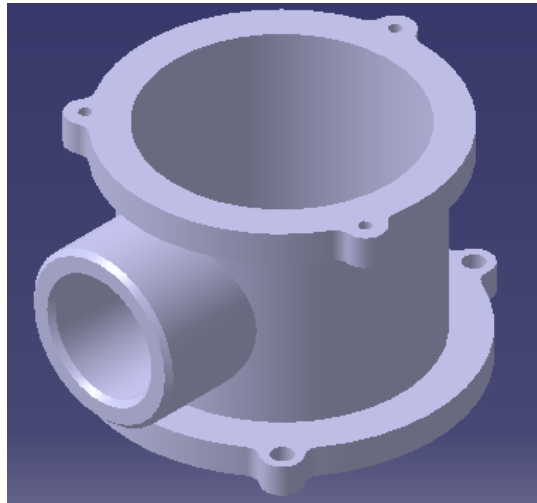


Слика 40. Примена функције Pocket



Слика 41. Цртање скице круга за отвор

На слици 42 може се видети готов 3Д модел главе филтера.

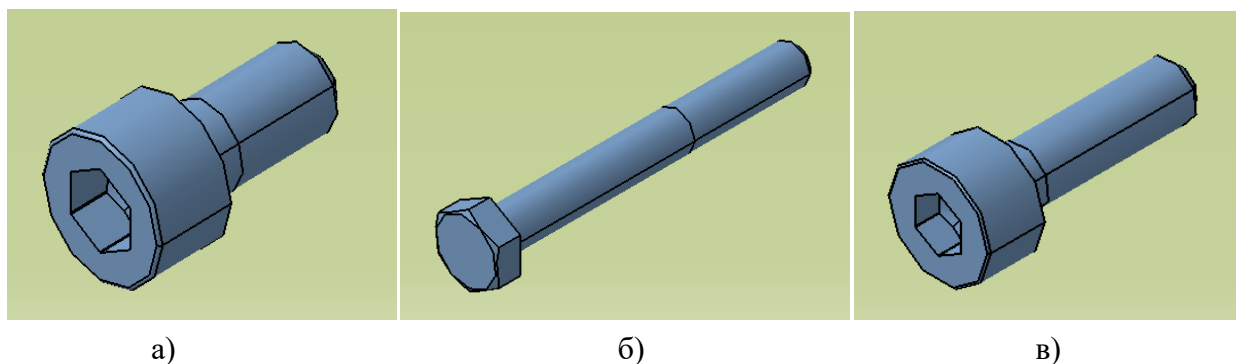


Слика 42. Готов модел главе филтера

5.2 Поступак коришћења стандардних компоненти

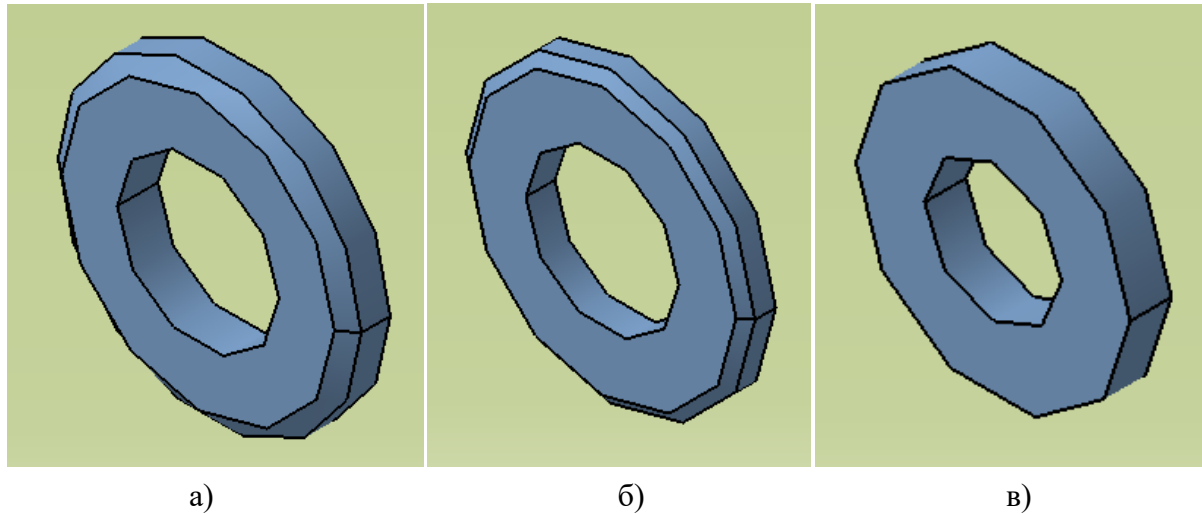
За спајање делова и прављење склопова користе се, осим конструисаних делова, и стандардни делови. Делови се спајају заваривањем, али такође и монтажном (завртањска веза, о-ринг...). Како се не би моделирао сваки део понаособ, постоји могућност да се у програму CATIA V5 из каталога увезу одређени делови који су потребни. То се постиже следећим корацима: бира се прво опција *Tools* а затим се бира *Catalogue Browser* где програм отвара нови прозор у коме се врши одабир делова који су потребни (завртњеве, о – ринг, подлошке итд...).

У овом примеру су конкретно увезени вијци EN ISO 4762 M6x12 (а), ISO 4014 M5x40 (б), EN ISO 4762 M3x10 (в) који су приказани на слици 5.2.1.



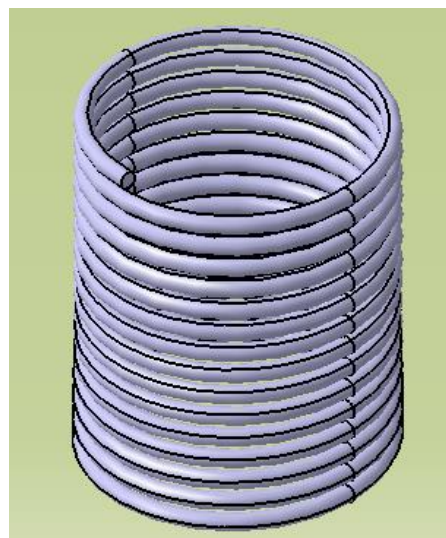
Слика 43. Завртњеве увезени из каталога

Подлошке које су увезене из каталога су ISO 7089 6x12 а), ISO 7089 5x10 б), EN 28738 3 в) и приказане су на слици 44.



Слика 44. Подлошке из каталога

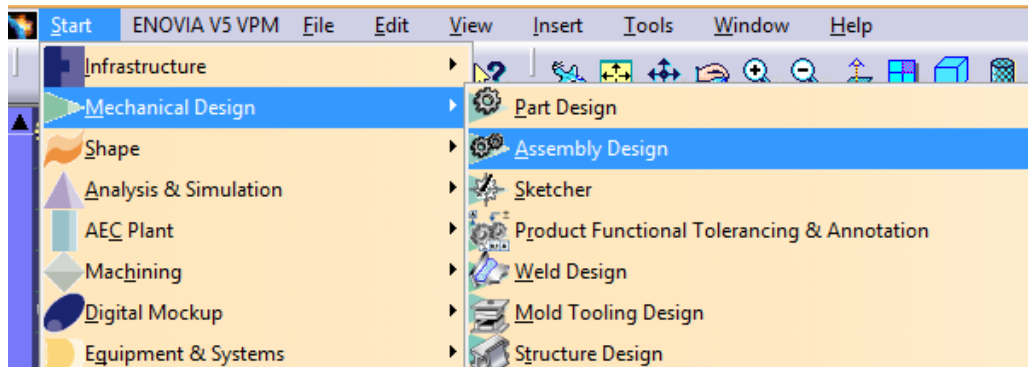
Како опруга не може бити увезена из каталога јер не постоји, она се мора нацртати што представља једну од мана програма. Опруга се израђује следећим корацима: у опцији за скицирање, поставља се тачка на одређеном растојању од координатног почетка, потом се излази из окружења скице и бира се опција *Helix Curve Definition* где у прозору који се појављује на екрану бира се дужина опруге, корак и смер (*Orientation*) у коме ће се кретати опруга (у смеру казаљке на сату или супротно). Након тога, добија се изглед опруге и затим назад на скицирање како би се задала дебљина опруге. Скицира се круг, затим се позиционира, изађе се из скице, бира се опцију *Rib* где се врши одабир профила и кривине по којој ће опција *Rib* направити опругу. На слици 45 приказан је модел израђене опруге.



Слика 45. Опруга

5.3 Поступак креирања склопова

У оквиру радног окружења *Assembly Design* могу се формирати сложени склопови који се састоје од мноштво компоненти које могу бити делови или други склопови, подсклопови.



Слика 46. Приступ радном окружењу *Assembly Design*

Алати за задавање веза међу деловима и склоповима током спајања су:



Coincidence Constraint –Примењује се ради поклапања оса цилиндричних делова. Може се применити и на ивице, тачке, равни или равни спољашње површине.



Fix Component Constraint – Користи се како би фиксирали положај компоненте у простору. Фиксира се положај базне компоненте, а остали делови се ограничавају у односу на њу.

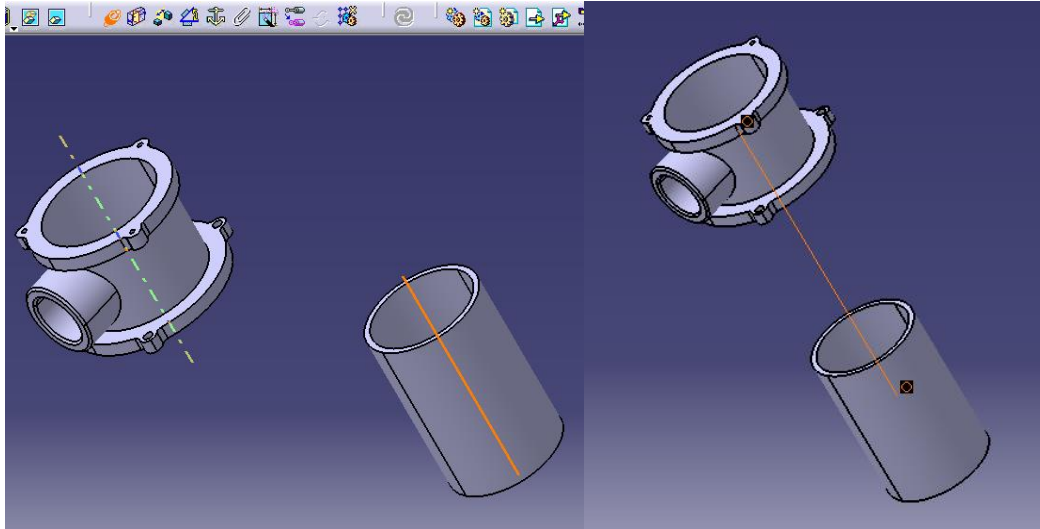


Contact Constraint – Примењује се ради остваривања контакта између две површине два различита елемента. Елементи које треба изабрати могу бити равни, цилиндрични, конични, сферичне спољашње површине или кружне ивице.



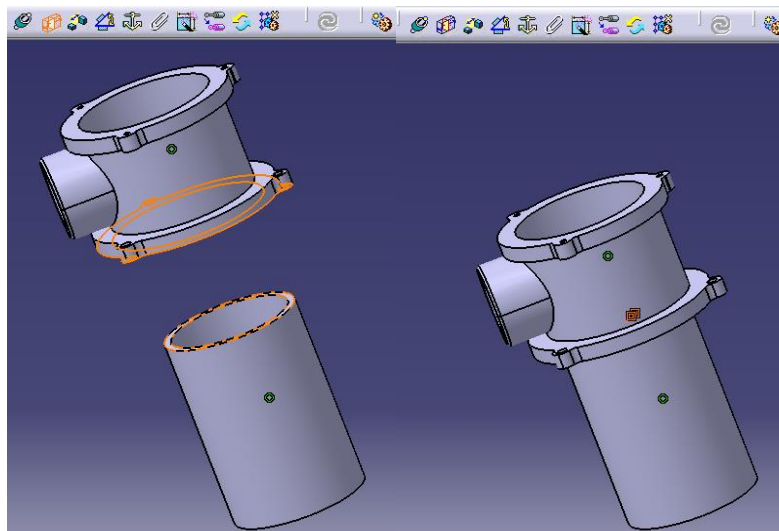
Manipulation – Омогућава на померање делова по све три осе.

Примена функције *Coincidence Constraint* дата је на слици 47. Након одабира опције *Coincidence Constraint*, бирају се две осе које је потребно „поклопити“ и након тога кликом на функцију *Update All*, програм примени задато ограничење.



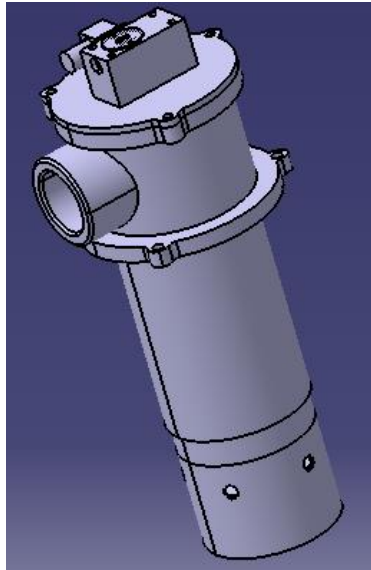
Слика 47. Примена команде *Coincidence Constraint*

Након што су осе два цилиндрична дела поклопљене, ради спајања њихових површина користи се даље опција *Contact Constraint*. Поступак коришћења ове функције је следећи; Прво се врши одабир опције *Contact Constraint*, након тога, програм тражи да се изаберу две површине између којих је потребно остварити контакт, након тога бира се опција *Update All* како би програм извршио команду (Слика 48).



Слика 48. Примена команде *Contact Constraint*

Поступак је исти за склапање свих осталих делова, а коначан изглед склопа филтера дат је на слици 49.



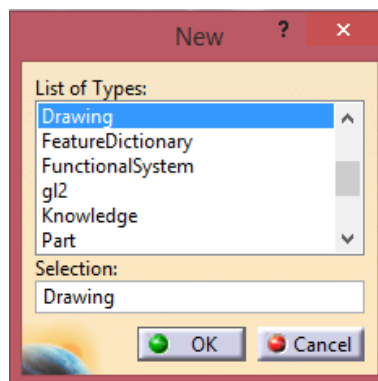
Слика 49. Коначан изглед склопа филтера

5.4 Поступак израде техничке документације

У софтверском пакету CATIA V5 поред израде скица, 3Д модела, склопова и подсклопова, такође могућа израда и техничке документације (радионичких цртежа делова¹).

Поступак приступања опцији израде техничке документације је следећи:

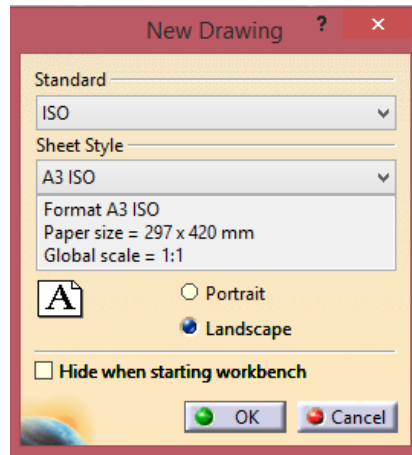
1. Клик на картицу „New“
2. У прозору новог документа бира се опција „Drawing“ (Слика 50)



Слика 50. Покретање опције техничке документације

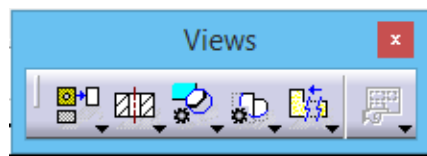
¹ ПРИЛОГ 1

Након тога, врши се одабир неких од основних подешавања, као што су формат, величина листа итд... (слика 51)



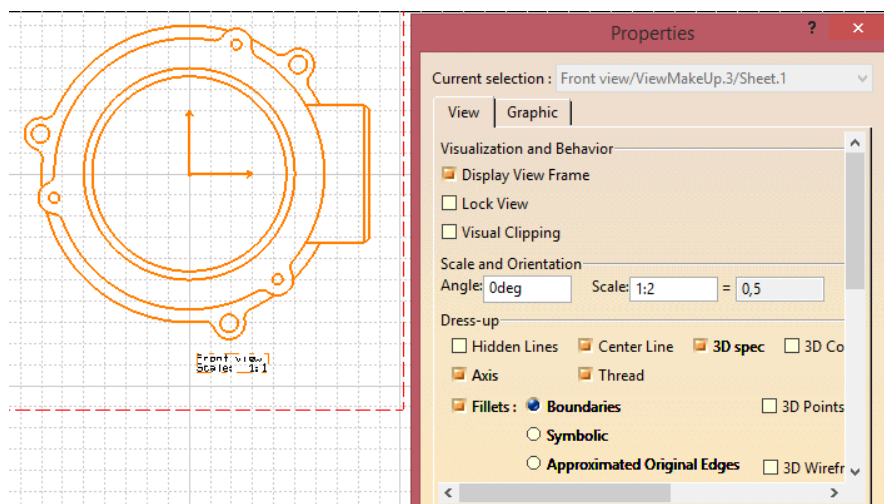
Слика 51. Одабир формата папира

У прозору Views бира се опција *Front View* и затим се врши одабир модел за који је потребно одрадити техничку документацију (Слика 52).



Слика 52. Paleta Views

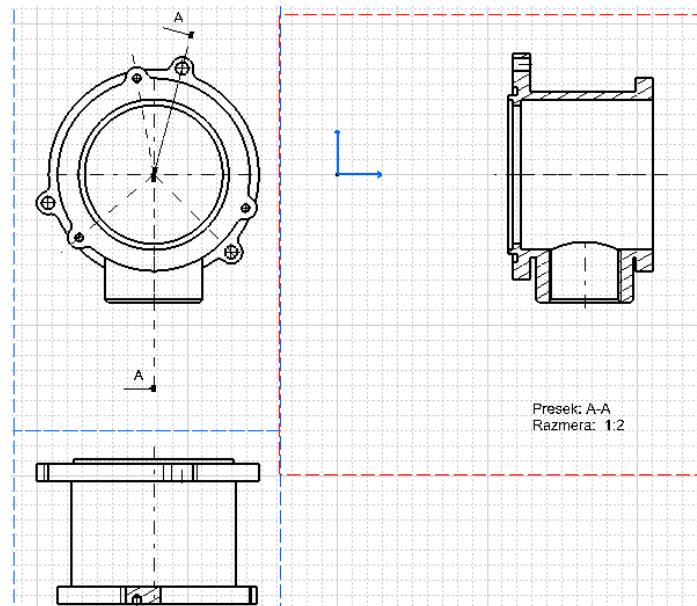
Након одабира модела, десним кликом на део и бирањем опције *Properties* врши се одабир размере као и приказ одређених линија као што су линије осе, навоја итд. (Слика 53)



Слика 53. Одабир размере

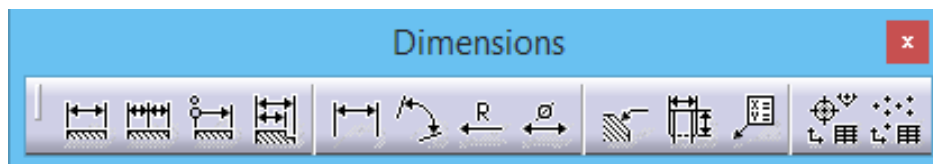
При приказивању пресека дела или склопа, модел се приказује као пресечен равнима или површинама које су претходно изабране у функцији приказа унутрашње конструкције дела. Како би се применио поглед пресека, поступак је следећи:

Из палете *Views* бира се функција *Offset Section Views* након чега се добија линија којом се одређује на ком конкретно делу модела се врши попречни пресек (добијени попречни пресек приказан је на слици 54)



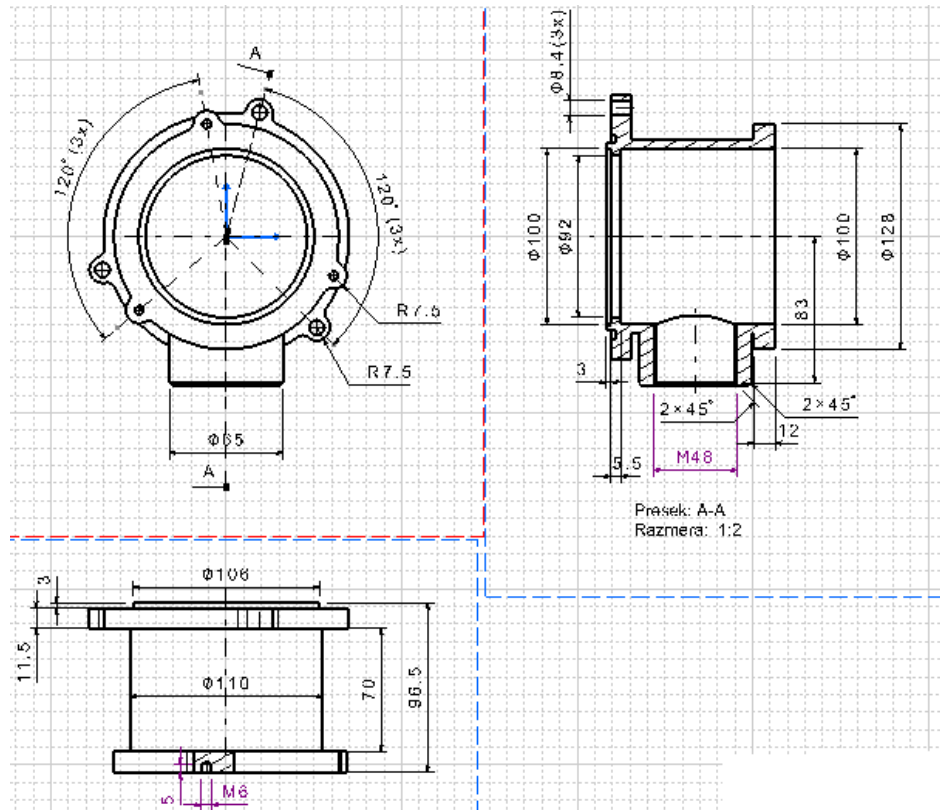
Слика 54. Израда попречног пресека

Након израде попречног пресека (исти принцип се примењује код пресека свих делова) потребно је извршити котирање техничког цртежа. Котирање димензија делова се врши функцијом *Dimensioning*, где постоје различите опције за котирање као што су котирање габаритних димензија (дужине и ширине), котирање углова (*Angle Dimensions*), радијуса (*Radius*), оборених ивица (*Chamfers Dimensions*), навоја (*Thread Dimension*). Палета са свим функцијама дата је на слици 55.



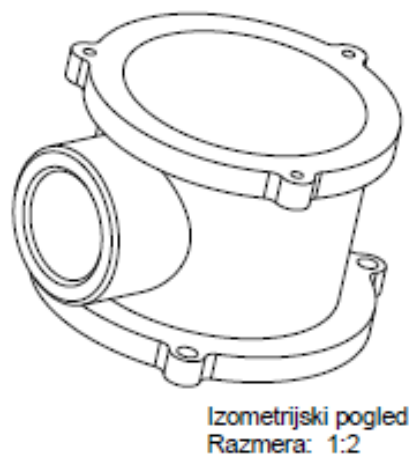
Слика 55. Палета са функцијама за котирање

Пример потпуно димензионо дефинисаног цртежа налази се на слици 56.



Слика 56. Котиран технички цртеж

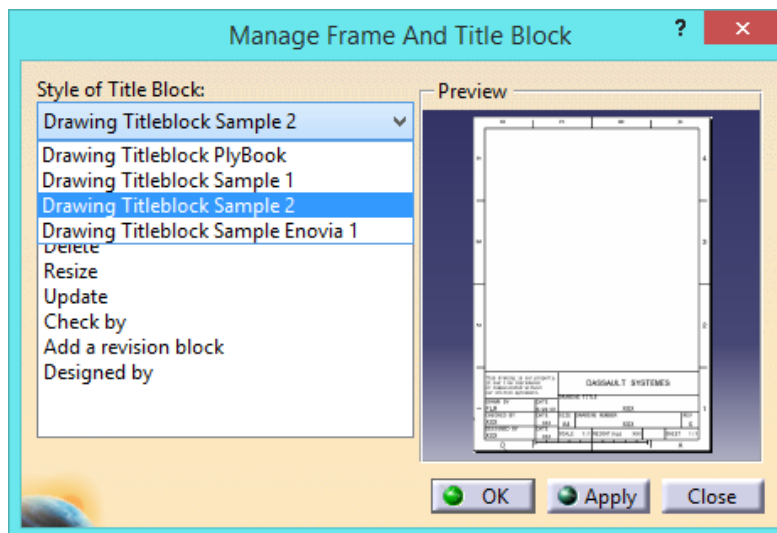
Поред ових опција, могуће је убацити и изометријски поглед модела, одабиром опције *Isometric View* из палете *Views* па након тога бира се модел чији изометријски поглед потребно одрадити. Изометријски поглед модела дат је на слици 57.



Слика 57. Изометријски поглед

Након котирања, остаје да се одради оквир и заглавље. Оквир и заглавље убацује се одабиром *Edit > Sheet Background*. Затим из палете *Drawing* бира се опција *Frame and Title*

Block, где се даље у прозору *Manage Frame And Title Block* може одабрати једно од понуђених заглавља или се може изабрати опцију да корисник сам креира заглавље по сопственом нахођењу (Слика 58).



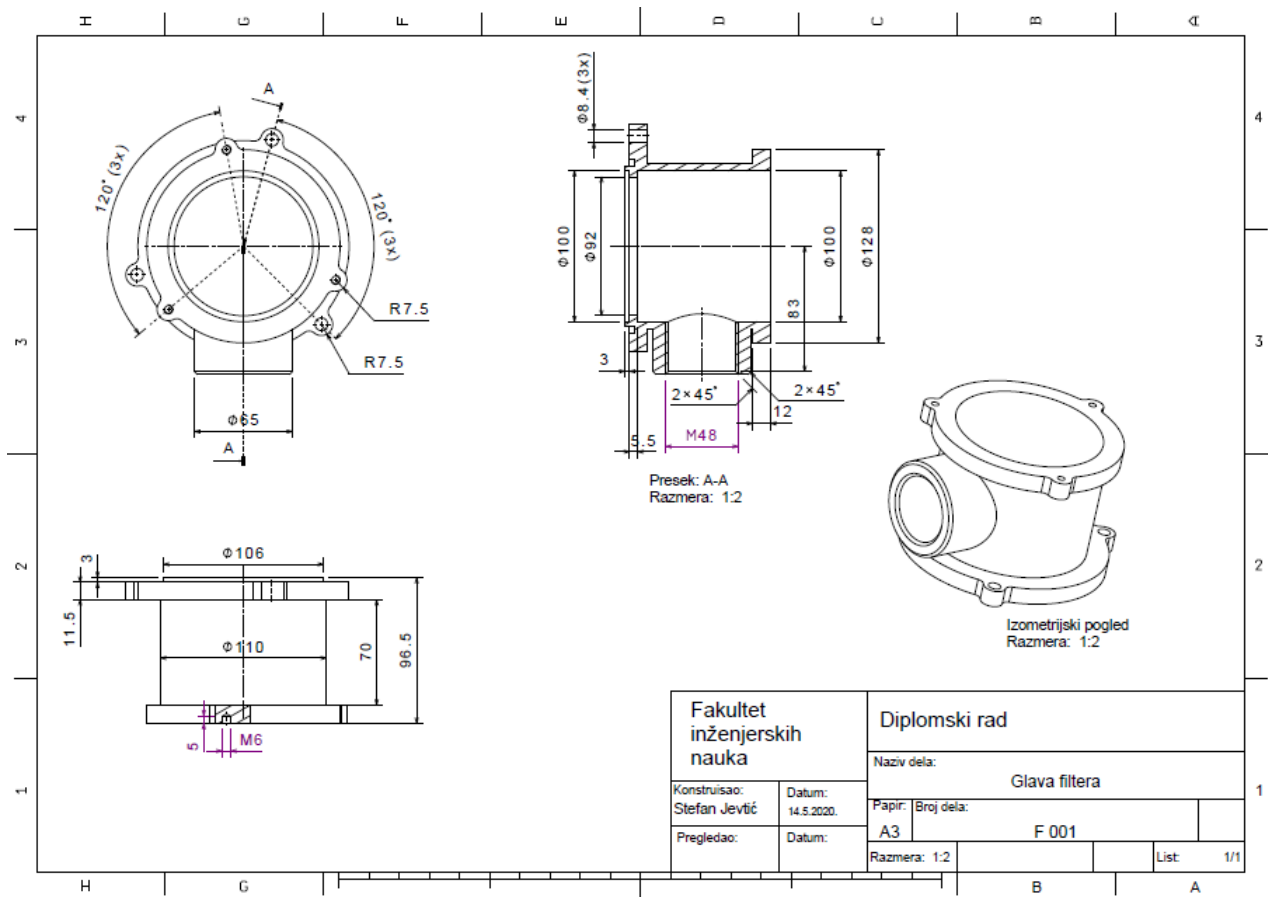
Слика 58. Одабир већ постојећег заглавља

Након одабира, у пољима у којима је већ исписан текст од стране програма, брише се постојећи текст и може се унети одговарајући текст. Пример је дат на слици 59.

Fakultet inženjerskih nauka		Diplomski rad			
		Naziv dela: Glava filtera			
Konstruisao: Stefan Jevtić	Datum: 14.5.2020.	Papir: A3	Broj dela: F 001		
Pregledao:	Datum:	Razmera: 1:2		List:	1/1

Слика 59. Пример изгледа заглавља

Како би се извршио повратак на радни део, то се постиже преко команди *Edit > Working Views*. Коначан изглед техничке документације једног од делова дат је на слици 60.



Слика 60. Техничка документација модела „Глава филтера“

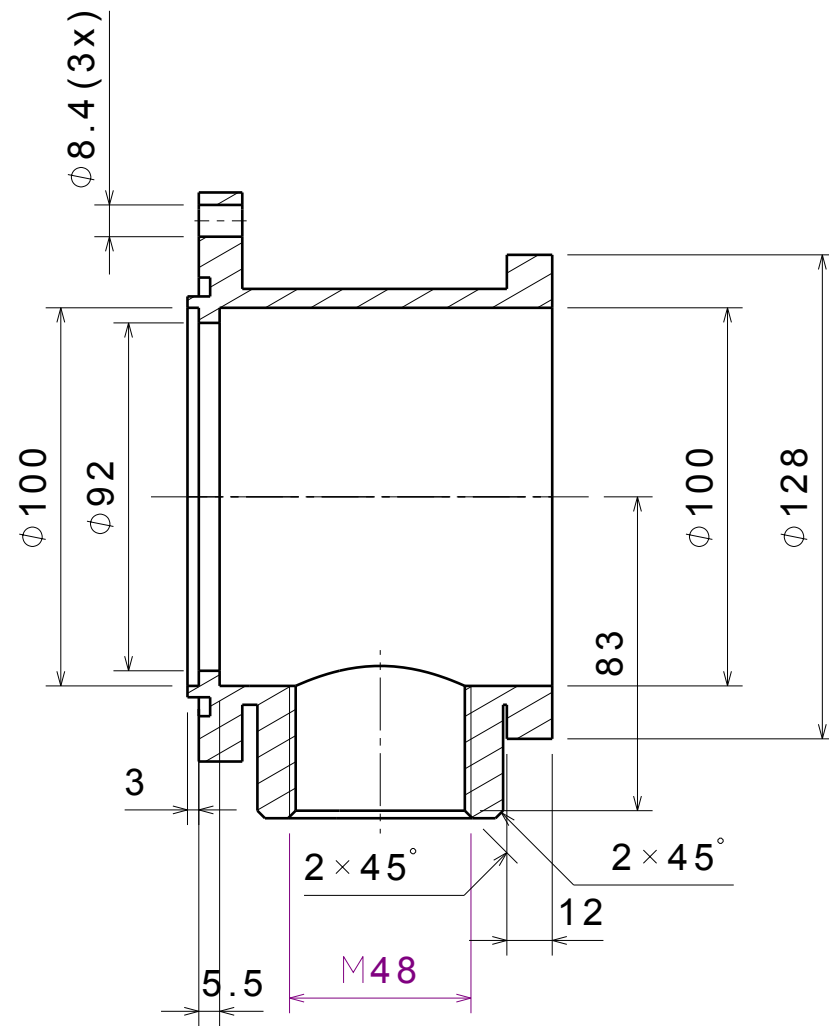
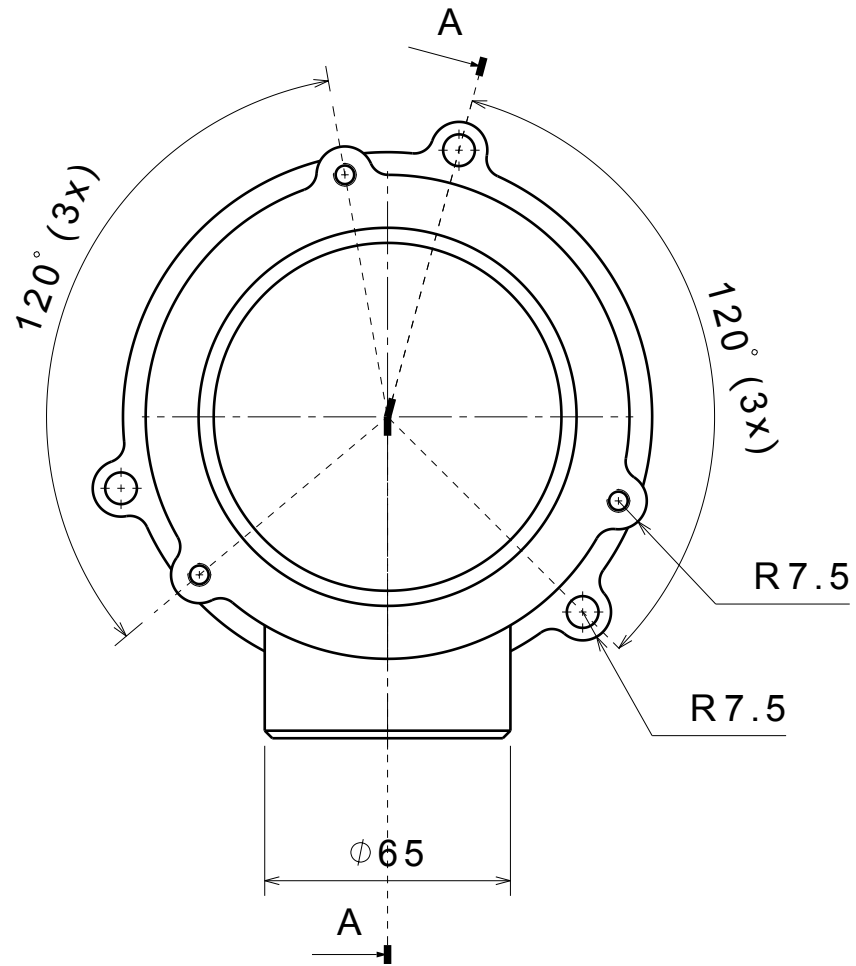
6.0 Закључак

Филтери у хидрауличним системима су нашли широку област примене у готово свим гранама индустрије, готово да нема погона који може нормално функционисати без употребе неког од филтера. У овом раду, представљена је ужа област примене филтера, конкретно филтера за уисни вод. Представљена су теоријска разматрања која се односе на филтера као што су: подела, принцип рада, радне течности, величина стање и подручја примене. Посебан акценат стављен је на филтер за уисни вод, конкретан модел ППТ 39 – са додатним функцијама.

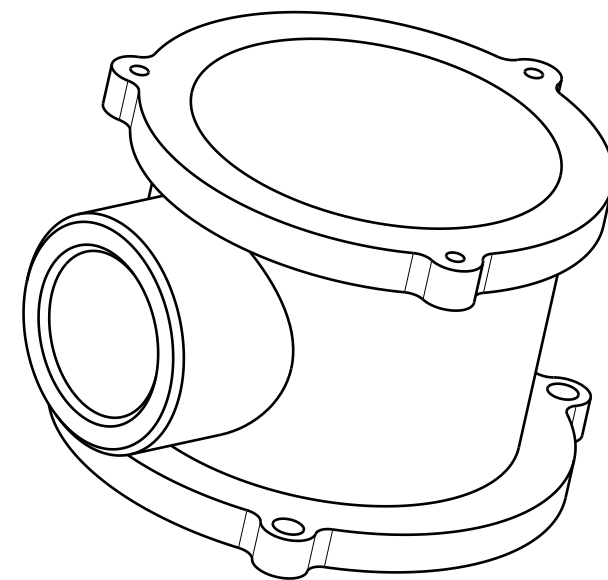
У софтверском пакету САТИА V5 на конкретном примеру, представљен је 3Д модел филтера за уисни вод ППТ 39 – са додатним функцијама, са свим својим деловима и техничком документацијом. Описан је детаљан поступак моделирања делова, склапања склопа и израде техничке документације са свим коришћеним командама.

Литература

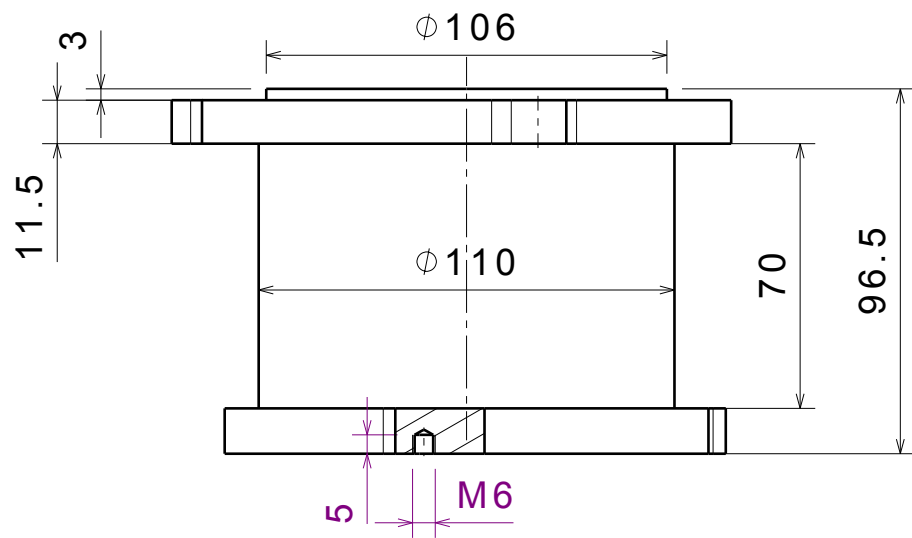
- [1] Владимир Савић, „Уљна хидраулика I“ Зеница, 1987
- [2] Душан Гордић, „Пренос снаге флуидом“ Машински факултет Крагујевац, 2007
- [3] Николић, Новаковић „Хидраулика“ Загреб, 1996
- [4] HYDAC International filter handbook,
<https://m.hydac.com/fileadmin/pdb/pdf/PRO0000000000000000000000007011040011.pdf>,
интернет сајт
- [5] <https://www.stauff.com/9/en/STAUFF-Catalogue-9-STAUFF-Filtration-Technology-English.pdf> , интернет сајт
- [6] <https://sr.wikipedia.org/wiki/CATIA>, интернет сајт
- [7] M. Gallal Rabie „Fluid power engineering" Modern Academy for Engineering and Technology Cairo, Egypt, 2009
- [8] Petter Chample „Principles of Hidraulic system design" Coxmoor, 2003



Presek: A-A
Razmera: 1:2



Izometrijski pogled
Razmera: 1:2



Fakultet inženjerskih nauka		Diplomski rad			
		Naziv dela: Glava filtera			
Konstruisao: Stefan Jevtić	Datum: 14.5.2020.	Papir: A3	Broj dela: F 001		
Pregledao:	Datum:	Razmera: 1:2		List:	1/1

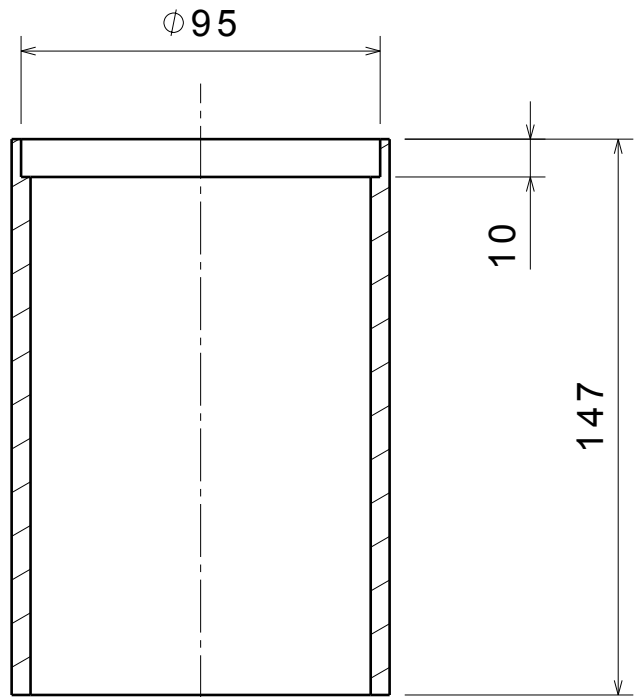
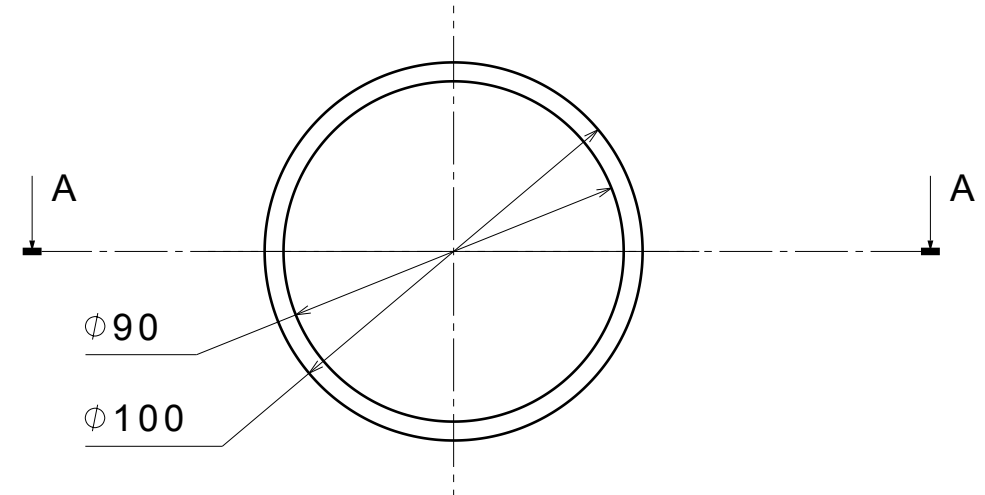
4

3

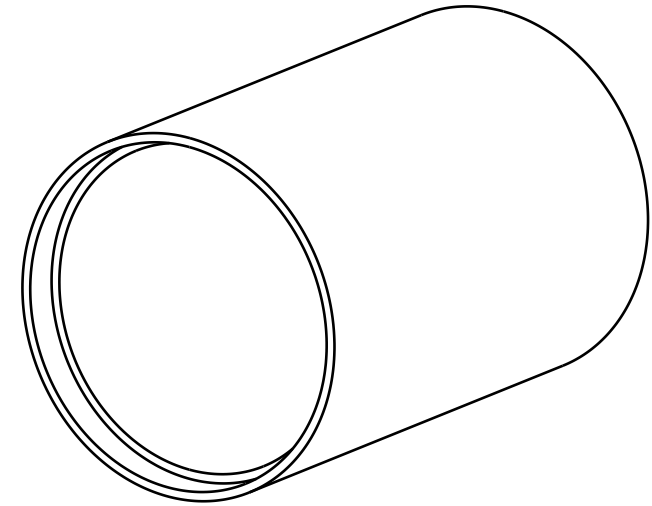
2

1

H G F E D C B A



Presek A-A
Razmera: 1:2



Izometrijski pogled
Razmera: 1:2

Fakultet inženjerskih nauka		Diplomski rad			
		Naziv dela: Kućište			
Konstruisao: Stefan Jevtić	Datum: 14.5.2020.	Papir: A3	Broj dela: F 003		
Pregledao:	Datum:	Razmera: 1:2		List:	1/1

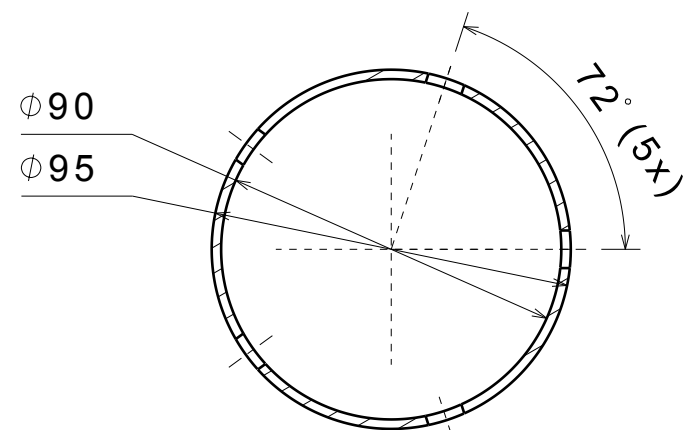
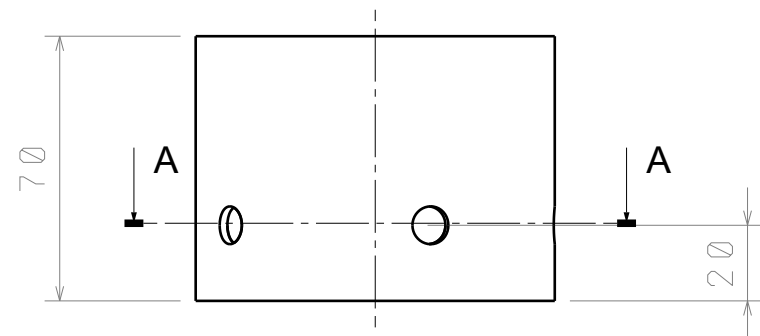
H G F E D C B A

4

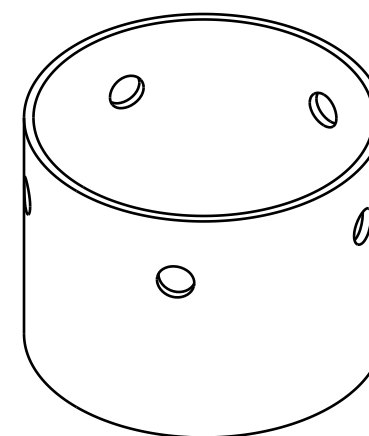
3

2

1

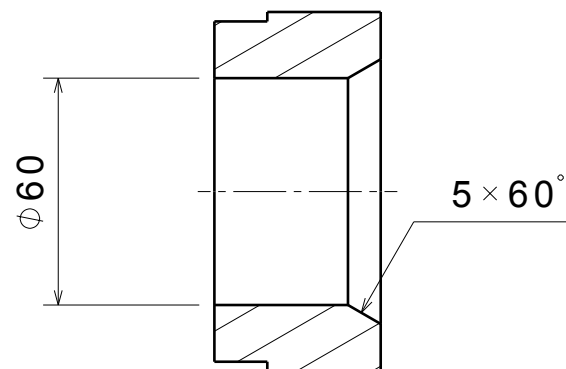
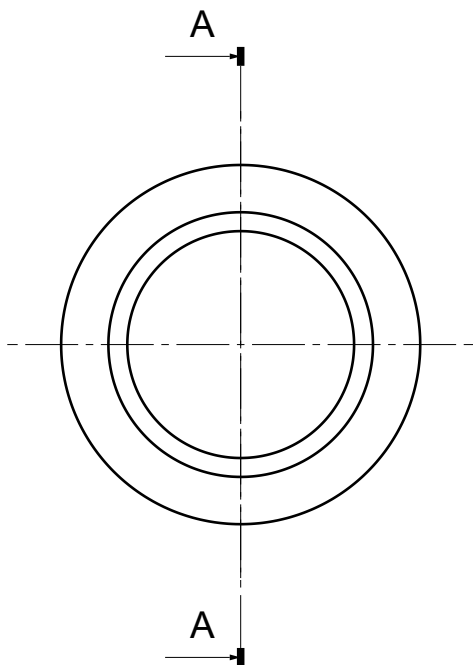


Presek A-A
Razmera: 1:2

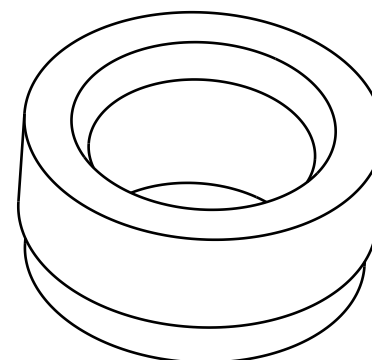
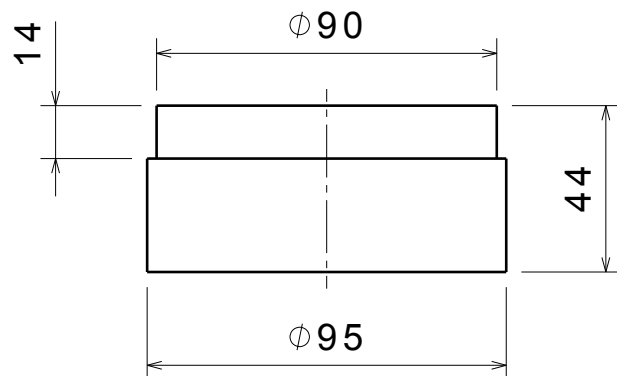


Izometrijski pogled
Razmera: 1:2

Fakultet inženjerskih nauka		Diplomski rad			
		Naziv dela: Donji deo kućišta			
Konstruisao: Stefan Jevtić	Datum: 14.5.2020.	Papir: A3	Broj dela: F 004		
Pregledao:	Datum:	Razmera: 1:2		List:	1/1



Presek A-A
Razmera: 1:2



Izometrijski pogled
Razmera: 1:2

Fakultet
inženjerskih
nauka

Konstruisao:
Stefan Jevtić

Datum:
14.5.2020.

Pregledao:

Datum:

Diplomski rad

Naziv dela:

Spojnica

Papir:

Broj dela:

A3

F 005

Razmera: 1:2

List:

1/1