



Универзитет у Београду
Машински факултет

Дипломске академске студије

МОДУЛ ЗА ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО

НОВЕ ТЕХНОЛОГИЈЕ

Пројектни задатак

Оверио (потпис/датум):

Име и презиме: Радован Вукша

Број индекса: 1085/15

Група:

Семестар: Трећи

Наставник: Проф. Др Радован Пузовић

Асистент: Доц.Др Горан Младеновић
Доц.Др Михајло Поповић
маст.маш.инж. Милош Пјевић

Школска година: 2016 /2017

Садржај

| | |
|--|----|
| 1. Увод..... | 1 |
| Инјекционо пресовање (ливење под притиском)..... | 4 |
| 2. Анализа конструкције и опис функције дела..... | 6 |
| 3. Моделирање дела и генерисање цртежа..... | 7 |
| 4. Разрада технолошког поступка и симулација процеса ливења под притиском..... | 8 |
| Прво пројектно решење..... | 8 |
| Друго пројектно решење..... | 11 |
| Треће пројектно решење..... | 12 |
| 5. Пројектовање алата и генерисање цртежа..... | 15 |

Списак слика

| | |
|--|----|
| Слика 1: <i>Разноврсни делови од полимера</i> | 3 |
| Слика 2: <i>Прва фаза у ливењу под притиском</i> | 4 |
| Слика 3: <i>Друга фаза у ливењу под притиском</i> | 4 |
| Слика 4: <i>Трећа фаза у ливењу под притиском</i> | 5 |
| Слика 1.1: <i>Пумпица</i> | 5 |
| Слика 1.2: <i>Поглед одозго</i> | 6 |
| Слика 1.3: <i>Поглед одоздо</i> | 6 |
| Слика 1.4: <i>Поглед са стране</i> | 6 |
| Слика 1.5: <i>Поглед спреда</i> | 6 |
| Слика 1.6: <i>Хемијска ознака</i> | 7 |
| Слика 1.7: <i>Гранулат</i> | 7 |
| Слика 2.1: <i>CAD модел у програмском пакету Autodesk Inventor</i> | 7 |
| Слика 2.2: <i>CAD модел</i> | 8 |
| Слика 2.3: <i>CAD модел</i> | 8 |
| Слика 3.0: <i>Избор материјала</i> | 8 |
| Слика 3.1: <i>Положај отвора за уливање</i> | 9 |
| Слика 3.2: <i>Време пуњења</i> | 9 |
| Слика 3.3: <i>Течење пластике</i> | 10 |
| Слика 3.4: <i>Квалитет пуњења</i> | 10 |
| Слика 3.5: <i>Ваздушни мехурови</i> | 10 |
| Слика 3.6: <i>Линије спајања</i> | 10 |
| Слика 3.7: <i>Време пуњења</i> | 11 |
| Слика 3.8: <i>Поузданост пуњења</i> | 11 |
| Слика 3.9: <i>Квалитет пуњења</i> | 11 |
| Слика 3.10: <i>Ваздушни мехурови</i> | 12 |
| Слика 3.11: <i>Време пуњења</i> | 12 |
| Слика 3.12: <i>Поузданост пуњења</i> | 13 |
| Слика 3.13: <i>Квалитет пуњења</i> | 13 |
| Слика 3.14: <i>Ваздушни мехурови</i> | 13 |
| Слика 4.1: <i>Избор материјала</i> | 16 |
| Слика 4.2: <i>Раван отварања</i> | 16 |
| Слика 4.3: <i>Место уливања</i> | 17 |
| Слика 4.4: <i>Дефинисање димензија алата</i> | 17 |
| Слика 4.5: <i>Доњи део калупа</i> | 18 |
| Слика 4.6: <i>Горњи део калупа</i> | 18 |
| Слика 4.7: <i>Уметак 1</i> | 19 |
| Слика 4.8: <i>Уметак 2</i> | 19 |
| Слика 4.9: <i>Калуп</i> | 20 |
| Слика 4.10: <i>Избор алата</i> | 20 |
| Слика 4.11: <i>Кућиште алата</i> | 21 |
| Слика 4.12: <i>Одабир уливне чауре</i> | 21 |
| Слика 4.13: <i>Одабир прстена</i> | 22 |
| Слика 4.14: <i>Одабир вентила</i> | 22 |
| Слика 4.15: <i>Избацивачи</i> | 23 |
| Слика 4.16: <i>Цилиндар</i> | 23 |
| Слика 4.17: <i>Цилиндар</i> | 23 |
| Слика 4.18: <i>Алат у изометрији</i> | 24 |
| Слика 4.19: <i>Алат у изометрији</i> | 24 |



Увод

Пластични материјали (пластика) представљају најважнију врсту инжењерских полимера. То су материјали органске природе које сачињавају дугачки молекулски ланци, настали спајањем мањих молекула процесом полимеризације. Основни елементи који улазе у састав пластичних материјала су водоник, кисеоник, угљеник и азот, а поред њих често су присутни флуор, хлор, силицијум и сумпор. Пластични материјали све више замењују делове који су раније израђивани од метала, нпр. у аутомобилској и ваздухопловној индустрији, прехранбеној и металопрерађивачкој производњи, као и у индустрији спортских реквизита. Ова замена је условљена одређеним предностима, као што су: мала густина, велика отпорност према хемијским утицајима, велике конструкционе и производне могућности, прозачност и релативно ниска цена. Треба имати у виду да у поређењу са металима пластични материјали имају малу чврстоћу и крутост, ниску електричну и топлотну проводљивост, висок коефицијент топлотног ширења и релативно мали опсег радних температура (највише до 300°C) уз чест губитак димензионе стабилности.

Пластични материјали су велика и разноврсна група синтетичких полимера који се различитим процесима обраде обликују у готове производе. Пластични материјали се деле према:

- ❖ структури,
- ❖ механизму полимеризације и
- ❖ понашању при загревању (термопластични и термоактивни).

Полимеризација

Молекули се повезују у све дуже и веће молекуле процесом полимеризације који представља хемијску реакцију. Код полиетилена овај процес се своди на отварање двоструке везе између угљеникових атома и линеарно повезивање молекула. Процеси полимеризације су веома сложени и разноврсни, а две основне врсте су кондензацијска и адициона полимеризација.

Кондензацијска полимеризација. –Кондензацијском полимеризацијом се везе између молекула образују дејством топлоте и притиска помоћу катализатора или иницијатора. Нуспродукти реакције, најчешће вода, се кондензују па одатле и потиче назив кондензацијска полимеризација.

Адициона полимеризација. Код адиционе полимеризације, која је позната и као полимеризација ланчаног раста, молекули се повезују хемијским дејством адитива, при чему нема нуспродуката реакције. Овај процес се одликује великом брзином настанка молекула (обично неколико секунди). Брзина реакције је знатно већа него код кондензационе полимеризације.

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Термопластични материјали

Линеарни и разгранати полимери имају слабе секундарне везе. При загревању изнад температуре прелаза у стакласто стање, ови полимери омекшавају и могу лако да се обликују, а после хлађења њихова тврдоћа и чврстоћа се враћају на првобитне вредности. Процес загревања, обликовања и хлађења ових полимера може да се понавља више пута без значајних промена својстава. Полимери који показују овакво понашање познати су под називом термопластични материјали.

Полиетилени (PE) имају добра електроизолациона својства и отпорни су према хемијским утицајима. Они могу да буду мале (PELD) и велике густине (PEHD). PELD се користи за израду разних боца, канти, кофера, играчака, материјала за паковање и канализационих цеви. Од PEHD материјала се израђују делови машина и уређаја, појасеви, каишеви и ремење, као и површине отпорне према хабању.

Поливинилхлорид (PVC) има својства у широком опсегу, може да буде крут или савитљив, отпоран према води, и веома је јефтин. Не може да се користи за делове од којих се захтева чврстоћа и топлотна постојаност. Крути ПВЦ примењују се за израду цеви и ветробрана, а савитљиви за изолацију жица и каблова, израду вештачке коже, заптивача, фолија разних дебљина.

Полистирени (PS) су врло јефтине и њихова својства зависе од састава. Користе се за израду канти за отпатке, послужавника за храну, разних делова аутомобила, радио и ТВ апарата, играчака и делова намештаја, али и као изолациони материјал за делове електричних уређаја у домаћинству.

Полимерилметакрилати (PMMA) имају умерену чврстоћу, добра оптичка својства (могу да буду прозачни и непрозрачни), отпорни су према временским и хемијским утицајима и имају добру електричну отпорност. Примењују се за израду сочива, светлећих знакова, индикатора, прозорских стакала, ветробрана и делова уређаја за расвету.

Политетрафлуоретилен (PTFE), трговачки назив тефлон, има добру отпорност према температурним променама, хемијским и временским утицајима, добру електричну отпорност и мали коефицијент трења. Тефлон се користи као материјал за облагање посуда у хемијској индустрији и домаћинству, за изолацију жица и каблова, за заптиваче и као материјал за лежаје.

Полиамиди (PA) постоје у две варијанте: најлони и арамиди. Најлони имају добра механичка својства, отпорност према абразији и дејству многих хемикалија, али су хигроскопни. Примењују се за израду: зупчаника, лежаја (могу да буду и самоподмазујући), чаура, ваљака, елемената за везу, делова за електричну инсталацију, површина отпорних према хабању, хируршке опреме. Арамиди имају веома високу чврстоћу и крутост, а од њих се израђују влакна за композитне материјале и каблове.

Полиестри (PET) се одликују добрим механичким својствима, добром електричном отпорношћу, отпорни су према хемијским утицајима и абразији, имају мали

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



коэффициент трења. Користе се за израду зупчаника, ваљака, делова лежаја, пумпи, електромеханичких компонената.

Поликарбонати (PC) имају добра механичка и електрична својства, отпорни су према удару и хемијским утицајима. Примењују се за употребу заштитних шлемова, оптичких сочива, непробојног такла, боца, ветробрана, електричних изолатора, делова медицинских апарата, заштитне опреме на машинама алаткама, као и делова од којих се захтева димензиона стабилност.

Терморективни материјали

Терморективни материјали се у литератури срећу још и под називима термоумрежени, термостабилни, дуропласти и дуромери. Образују се тако што се дуги молекулски ланци унакрсно умрежавају по тродимензионалном распореду, тако да добијена структура постаје један џиновски молекул са веома јаким ковалентним везама. За разлику од термопластичних, терморективни пластични материјали не могу при поновном загревању ни да се обликују (деформишу) ни да се претапају, што је велики недостатак ових полимера, јер отпаци из производње не могу поново да се користе. Предности које имају термоумрежени полимери при избору материјала за израду конструкција су:

- ❖ добра механичка својства,
- ❖ велика отпорност према пузању и деформацији,
- ❖ висока термичка, хемијска и димензиона стабилност,
- ❖ добра електрична и топлотна изолациона својства.

Најважнији термоактивни пластични материјали су фенолне смоле, уреа и меламинске смоле, епоксидне смоле и полиестри.



Слика 1: Разноврсни делови од полимера

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

Инекционо пресовање (ливење под притиском)

Ливење под притиском је процес прераде полимерних материјала. С обзиром да се облик добија из гранула или праха овај поступак спада у групу примарних поступака прераде полимера.

Главна предност овог поступка је у високој производности која је последица високе аутоматизације читавог процеса. Поред производности ови процеси се одликују високом енергетском ефикасношћу, што директно утиче на заштиту животне средине.

Главни параметри који утичу на квалитет процес инјекционог пресовања су:

- Запремина калупа,
- Врста материјала који се лије,
- Притисак ливења
- Температура ливења,
- Место уливања у калуп,
- Број уливних места у калупу...

Инјекционо пресовање се изводи на посебним машинама које се називају инјекционе пресе.

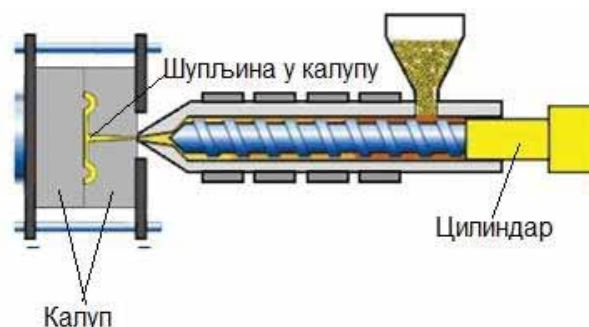
Процес ливења под притиском се састоји следећих фаза:

1. Материјал за ливење се сипа у левак машине, где се уређајем за дозирање одводи у цилиндар. Цилиндар се загрева грејачима, а ротацијом пужног вијка се потискује материјал и долази до пластификације материјала.



Слика 2: Прва фаза у ливењу под притиском

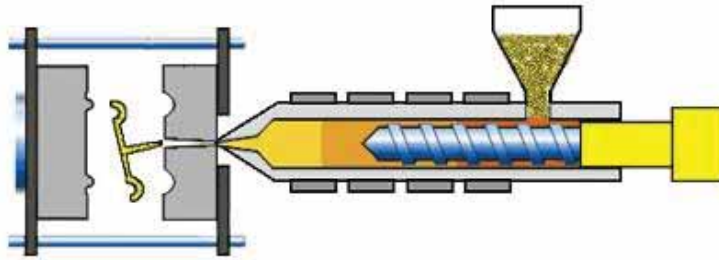
2. У другој фази се попуњава шупљина калупа, а додатан притисак се остварује померањем пужног вијка који извршава цилиндар.



Слика 3: Друга фаза у ливењу под притиском

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

3. Трећа фаза се састоји у отварању калупа и аутоматском избацивању стврднутог дела. Након ове фазе цео процес се понавља



Слика 4: Трећа фаза у ливењу под притиском

1. Извршити анализу конструкције дела, дати опис и функцију дела и изабрати помирени материјал

1.1 Опис дела

Део за који је потребно пројектовати алат, за ливење полимерних материјала под притиском, је тело пумпице. Тело пумпице се користи као инхалатор. Део је релативно сложене геометрије са промењивим попречним пресеком. Пумпица је приказана на слици 1.1.



Слика 1.1: Пумпица

Пошто се пумпица користи у медицинске сврхе и пошто су одређене површине у непосредном контакту са устима човека, неопходно је да квалитет израде дела буде на веома виском нивоу. Из тог разлога неке површине су веома важне за правилно функционисање дела док су неке друге само естетског карактера.

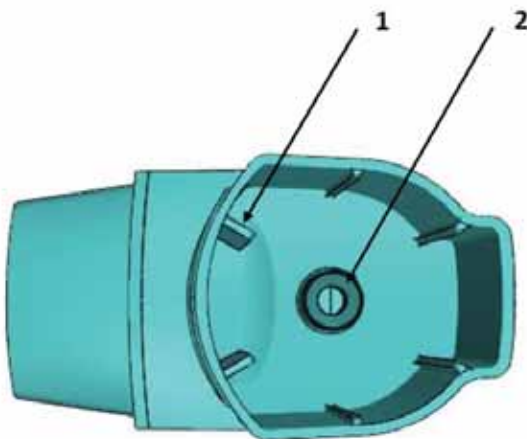
| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

1.2 Анализа конструкције дела

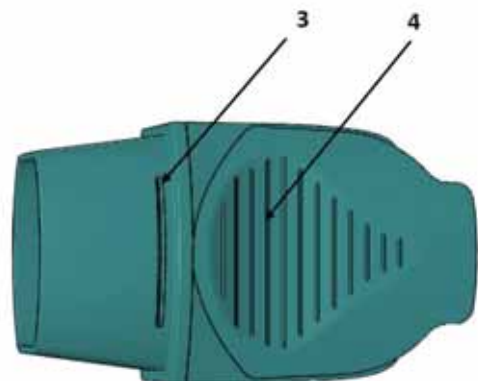
Функционалне површине:

1. Функционална ребра (6) – служе за држање бочице инхалатора у исправном положају.
2. Цилиндрични део – служи за постављање врха бочице инхалатора.
3. Функционални канал – служи да за затварање приликом постављања поклопца
4. Функционална испупчења - служе за смањење трења приликом хватања пумпице.
5. Функционалне површине – служе за правилно држање инхалатора
6. Функционална површина – служи за прислањање усана приликом коришћења.
7. Отвор – служи за распршивање спреја.

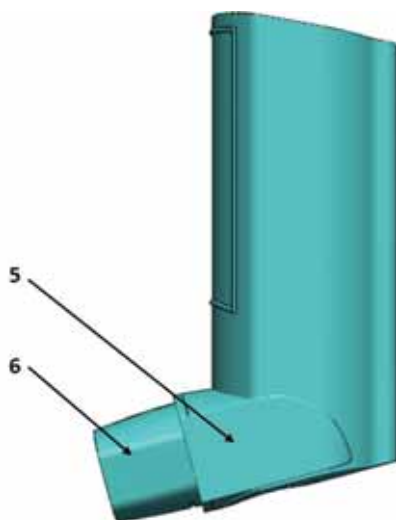
Функционалне површине приказане су на сликама 1.2,1.3,1.4 и 1.5



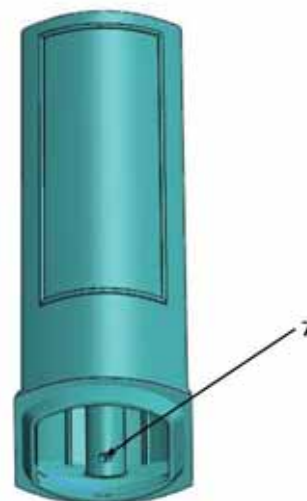
Slika 1.2: Pogled odozgo



Slika 1.3: Pogled odozdo



Slika 1.4: Pogled sa strane



Slika 1.5: Pogled spreda

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

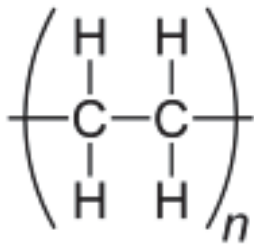


1.3 Избор материјала

Избор материјала је веома битан. Пошто се део користи у здравствене сврхе неопходно је да полимер који буде изабран буде хемијски постојан у кућним условима, као и да нема никаквих нежељених појава.

Материјал који је изабран је полиетилен (PE) зато што је веома отпоран на хемијске утицаје и има велику густину.

На сликама 1.6 и 1.7 приказана је хемијска ознака полиетилена као и гранулат, респективно.



Слика 1.6: Хемијска ознака



Слика 1.7: Гранулат

2. У CAD програмском пакету извршити моделирање задатог дела (3D) и генерисати његов радионички цртеж.

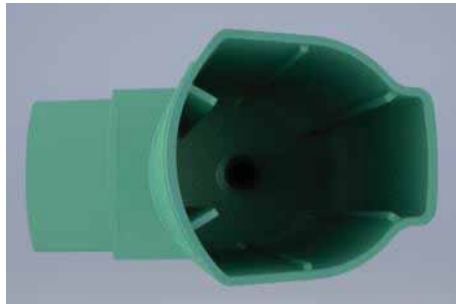
CAD/CAM систем који је коришћен у изради овог пројекта је *Autodesk Inventor Professional 2017*.

На сликама 2.1, 2.2 и 2.3 приказан је модел у изометрији.

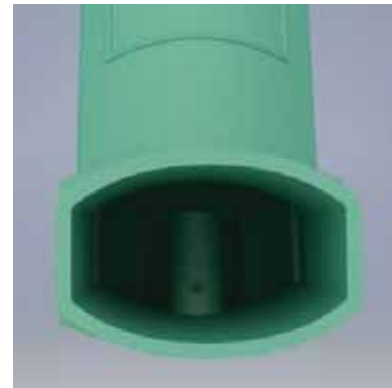


Слика 2.1: CAD модел у програмском пакету Autodesk Inventor

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Слика 2.2: CAD модел



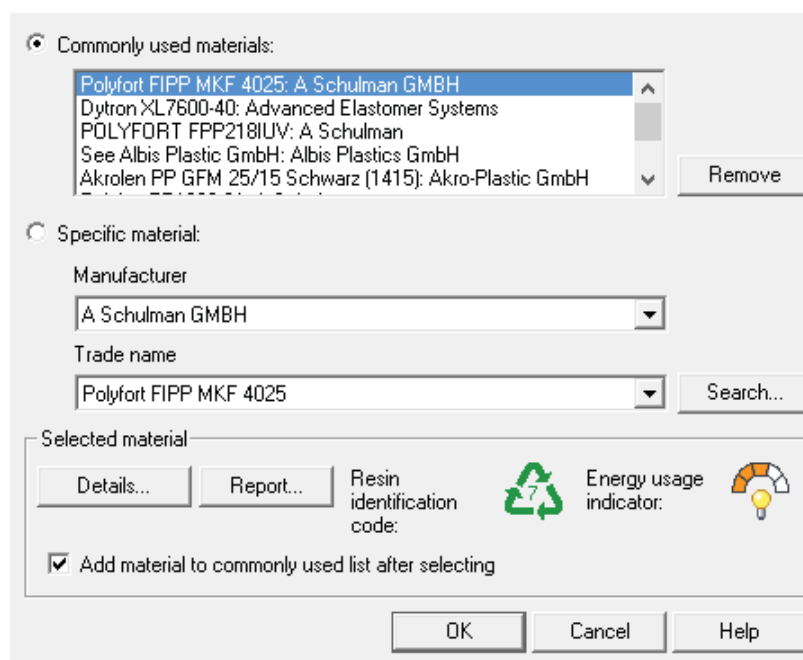
Слика 2.3: CAD модел

3. Разрадити технолошки поступак израде задатог дела и извршити симулацију процеса ливења под притиском

Приликом симулације просеца ливења добијају се одговарајући резултати који су од значаја када одлучујемо какав алат желимо да пројектујемо. Приликом тестирања извршено је неколико симулација од којих су овде приказане три најважније.

3.1 Прва симулација

У овој симулацији вршена ја анализа за један део. Материјал који је коришћен приказан је на слици 3.0

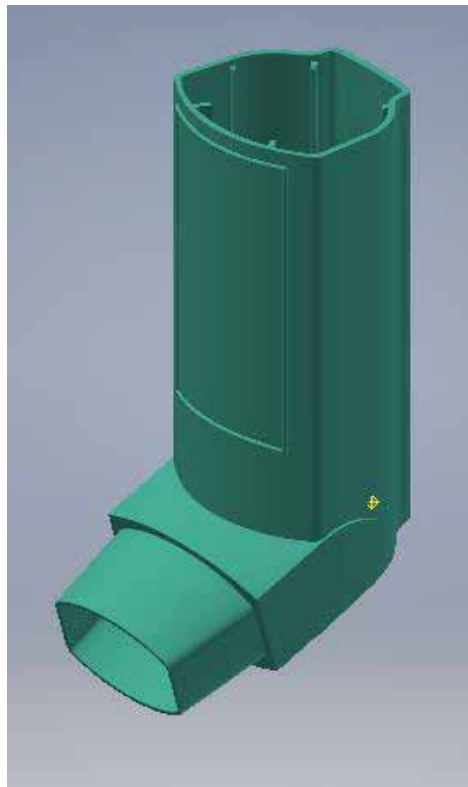


Слика 3.0: Избор материјала

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

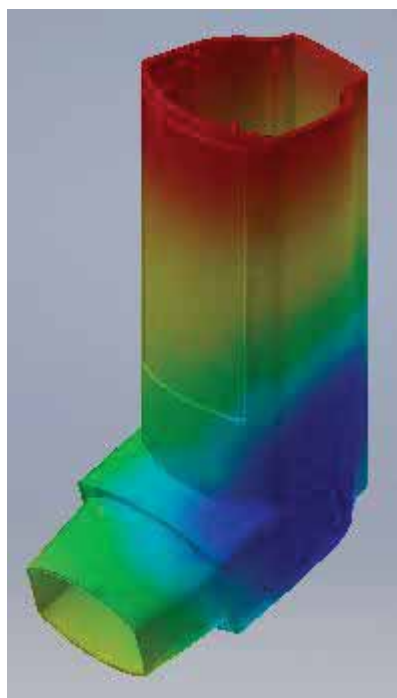


На слици 3.1 приказан је положај отвора за уливање пластике.



Слика 3.1: Положај отвора за уливање

На слици 3.2 приказано је време пуњења дела, док је на слици 3.3 приказано течење пластике



Слика 3.2: Време пуњења



Слика 3.3: Течење пластике

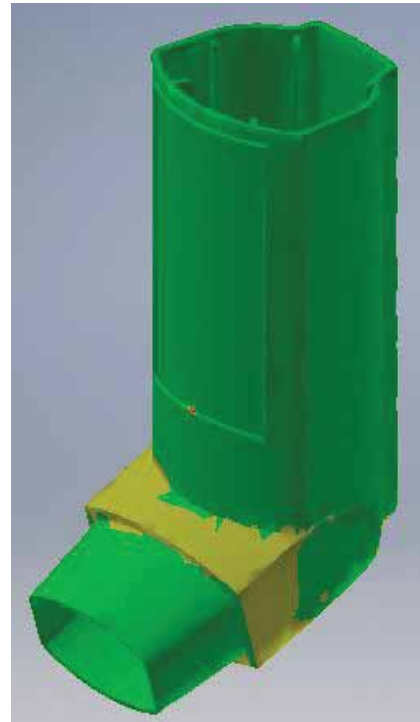
| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



На слици 3.3 приказана је поузданост пуњења, а на слици 3.4 квалитет пуњења



Слика 3.3: Поузданост пуњења



Слика 3.4: Квалитет пуњења

На сликама 3.5 и 3.6 приказани су ваздушни мехурови и линије спајања, респективно



Слика 3.5: Ваздушни мехурови



Слика 3.6: Линије спајања

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

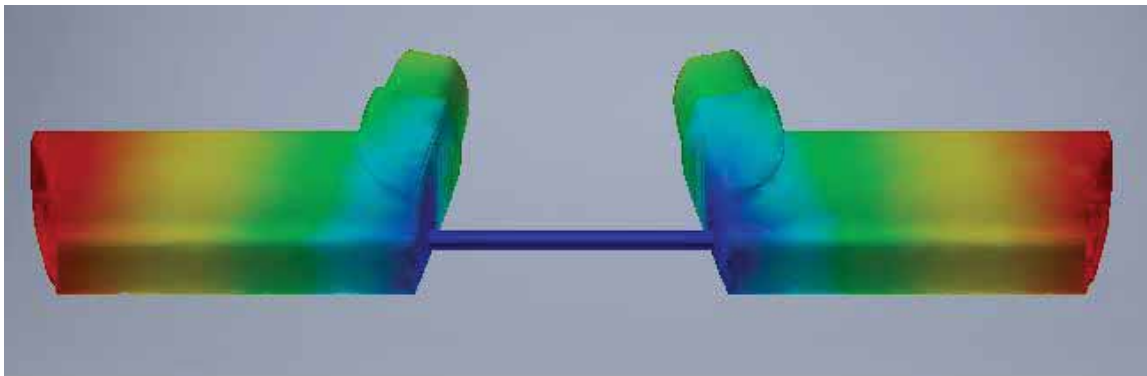
Резултати прве анализе дати су у табели 1.

Табела 1

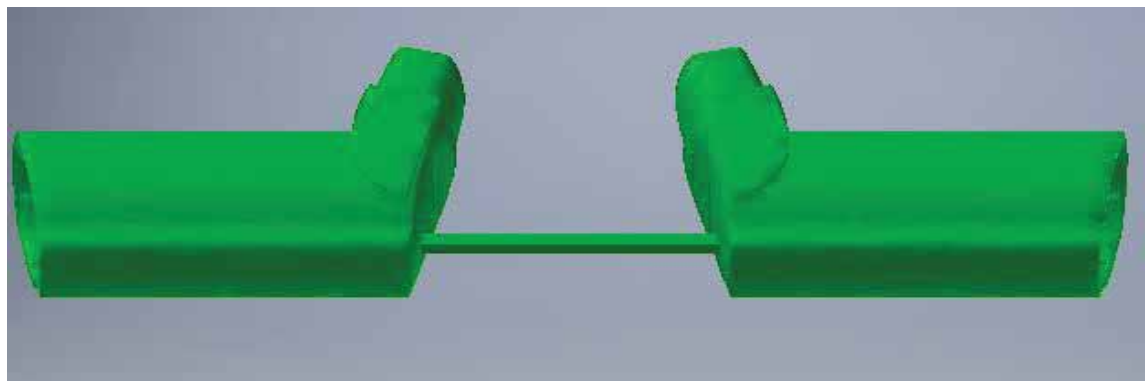
| Време пуњења | Тежина дела | Запремина |
|--------------|-------------|----------------------------|
| 0.32 s | 11.562 (g) | 10.9766 (cm ³) |

3.2 Друга симулација

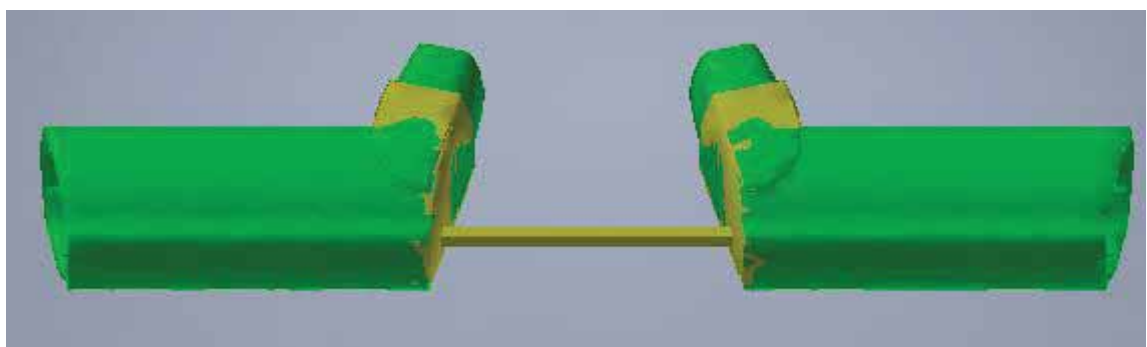
У другој симулацији вршена је анализа за два дела, при чему је коришћен исти материјал као у првој симулацији. Место уливања је у овом случају промењено и оно се налази одоздо. На следећим сликама приказани су резултати анализе.



Слика 3.7: Време пуњења

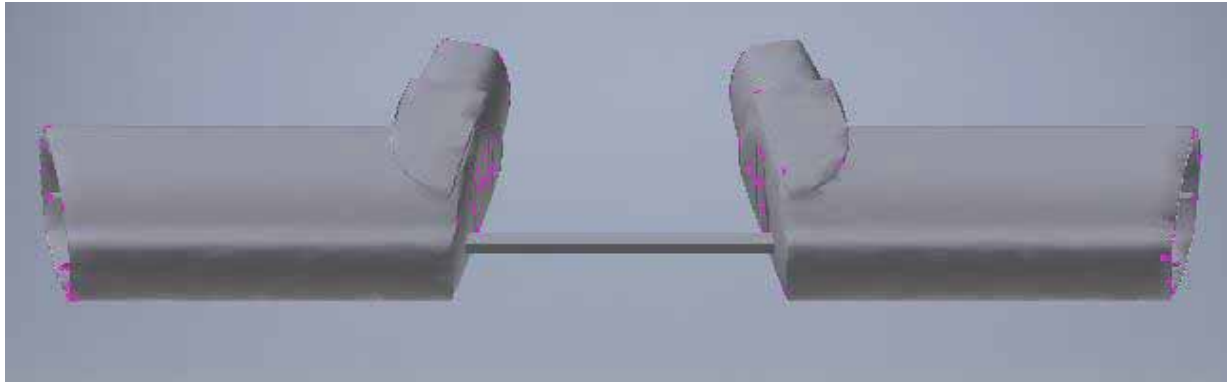


Слика 3.8: Поузданост пуњења



Слика 3.9: Квалитет пуњења

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Слика 3.10: Ваздушни мехурови

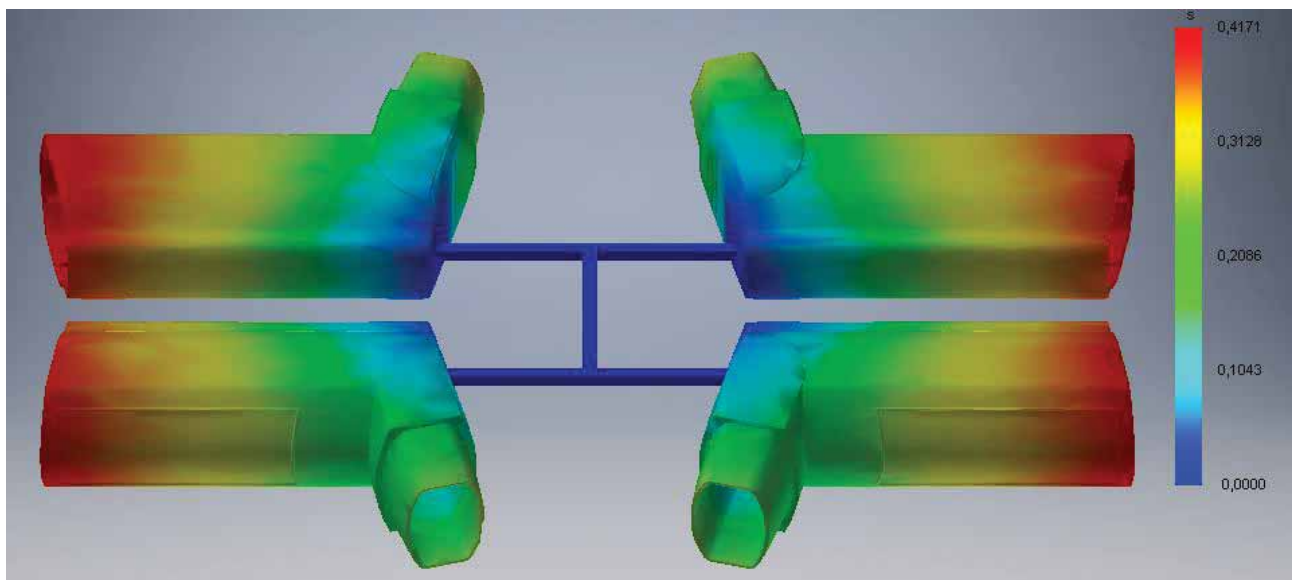
Резултати анализе приказани су у табели 2.

Табела 2

| Време пуњења | Тежина дела | Запремина |
|--------------|-------------|----------------------------|
| 0.32 s | 23.414 (g) | 22.2974 (cm ³) |

3.3 Трећа симулација

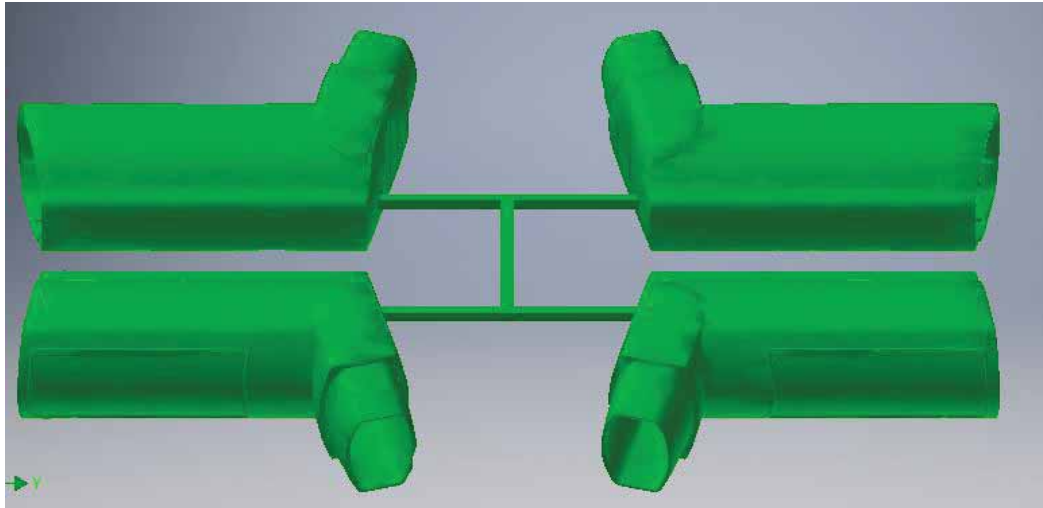
На крају је вршена симулација за четири дела. Коришћен је исти материјал као и у прва два случаја. Место уливања је исто као у другој анализи само су додата још два дела. Резултати анализе приказани су на следећим сликама.



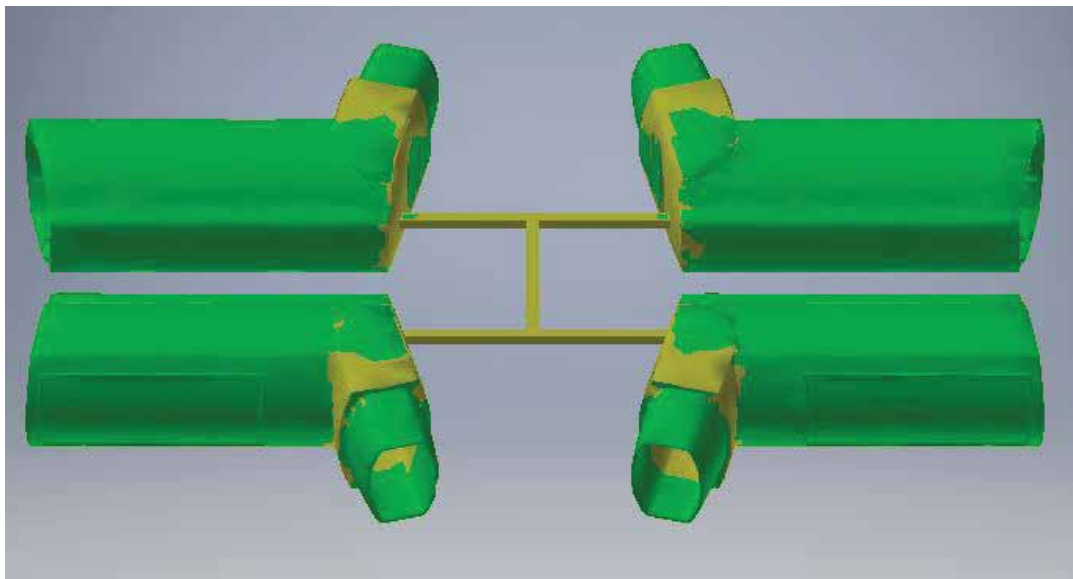
Слика 3.11: Време пуњења

На сликама 3.12, 3.13 и 3.14 приказана је поузданост пуњења, квалитет пуњења и присуство ваздушних мехурова.

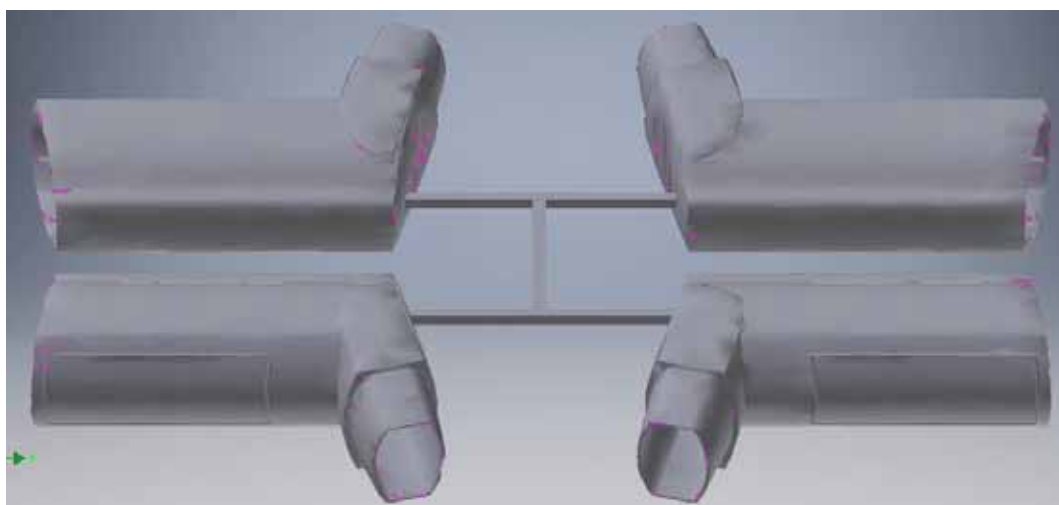
| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Слика 3.12: Поузданост пуњења



Слика 3.13: Квалитет пуњења



Слика 3.14: Ваздушни мехурови

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Резултати анализе дати су у табели 3.

Табела 2

| Време пуњења | Тежина дела | Запремина |
|--------------|-------------|----------------------------|
| 0.42 s | 47.343 (g) | 44.7778 (cm ³) |

3.4 Поређење добијених резултата.

За предходна варијантна решења за која су у програмском пакету *Autodesk Inventor Mold Flow* урађене анализе у наставку у табели дати су неки од карактеристика процеса ливења за та варијантна решења.

| | Време пуњења | Тежина дела | Запремина |
|-------------|--------------|-------------|----------------------------|
| Један део | 0.32 | 11.562 (g) | 10.9766 (cm ³) |
| Два дела | 0.32 | 23.414 (g) | 22.2974 (cm ³) |
| Четири дела | 0.42 | 47.343 (g) | 44.7778 (cm ³) |

Након упоредног поређења, јасно је да свака од варијанти има своје предности и мане.

У првој варијанти рађена је анализа за један део, најједноставнији случај, резултати који су добијени анализом су задовољавајући. Циклусно време пуњења калупа је релативно кратко, предвиђање квалитета одливка је такође на високом нивоу, при течењу пластике нема никаквих проблема. Једна од мана је присуство ваздушних мехурова који у одређеним ситуацијама могу представљати проблем.

У другој варијанти вршена је анализа за два дела, нешто сложенији случај, резултати који су добијени анализом су веома добри. Циклусно време је остало исто и ако се раде два дела, тако да је то веома добра карактеристика. Такође остале карактеристике су биле на задовољавајућем нивоу.

У трећем случају вршена је анализа за четири дела, најсложенији случај, резултати који су добијени анализом су такође веома добри. Циклусно време пуњења калупа је 0.42 s што је одлично. Квалитет пуњења је у истом рангу као и за један и два дела. Присуство ваздушних мехурова је у границама дозвољеног.

На крају је јасно да су се све три анализе показале веома добро. Јасно је да је случај са четири дела најекономичнији. При томе треба имати у виду и то да је алат за четири дела далеко сложенији него у случају за један део. Тако да критеријуми за одабир анализе могу бити разни. У овом случају одлучено је да се бира анализа са једним делом из разлога једноставнијег конструисања алата.

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



4. Пројектовати усвојени концепт алата и генерисати склопни цртеж, као и радионичке цртеже радних елемената алата.

4.1 Кућишта алата за ињекционо пресовање

Кућиште алата за ињекционо пресовање пластике се састоји од одређенога броја типских елемената алатних плоча, које садржи кућиште алата. Основна улога кућишта алата је обликовање алатне шупљине, ношење осталих елемената алата, причвршћивање алата на машину за убризгавање, као и прихватање и пренос сила. Димензије и конструкциона изведба кућишта алата директно зависи од облика, димензија и броја отпресака, који ће се пресовати у једном алату, као и захтеваног степена његове аутоматизације. Према облику алатних плоча, кућишта алата могу бити правоугаона и кружна. У пракси се у већем броју случајева примењују правоугаона кућишта.

Непокретна и покретна стезна плоча служе за постављање алата на бризгалку, држање алата, итд. Приликом постављања непокретна стезна плоча се стеже за непокретни део, а покретна стезна плоча за покретни део бризгалке.

Непокретна и покретна кокила, као најважнији елементи алата, служе за обликовање производа, јер се у овим елементима претходно израђује одговарајућа алатна шупљина. С обзиром да представљају централни део алата, посвећује им се велика пажња при избору материјала, пројектовању, изради и монтажи, јер од њиховог квалитета у највећој мери зависи и квалитет добијених отпресака.

Међуплоча служи за укљештење и држање кокила, а по потреби и уметака. У случају да се користи међуплоча, кокиле могу бити мање дебљине. У том случају покретна кокила може да садржи само алатну шупљину.

Дистантне летве служе за обезбеђивање хода избацивачке плоче и носача избацивачке плоче приликом избацивања очврсlih отпресака из алата.

Избацивачка плоча служи за вођење и позиционирање избацивача и повратника. Ход избацивачке плоче је ограничен висином дистантне летве и граничника који су смештени на покретној стезној плочи.

Носач избацивачке плоче служи за позиционирање избацивачке плоче, избацивача и повратника.

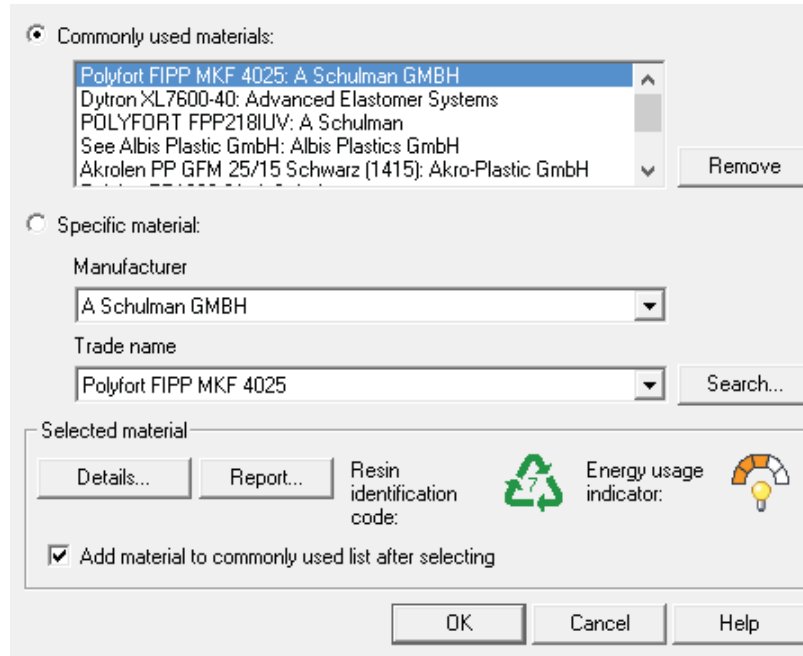
4.2 Пројектовање алата у софтверском пакету *Autodesk Inventor Professional 2017*

Пројектовање је вршено у поменутом софтверу, који у многоме олакшава процес пројектовања алата. Предност је та што софтвер дефинише алат по мерама калупа за ливење дела. Тако да није потребно накнадно исправљати већ дефинисан алат. Недостаци су ти што је због комплексних површина дела, морају извршити неке од измена како би софтвер сам дефинисао подеону раван и места са шупљинама.

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

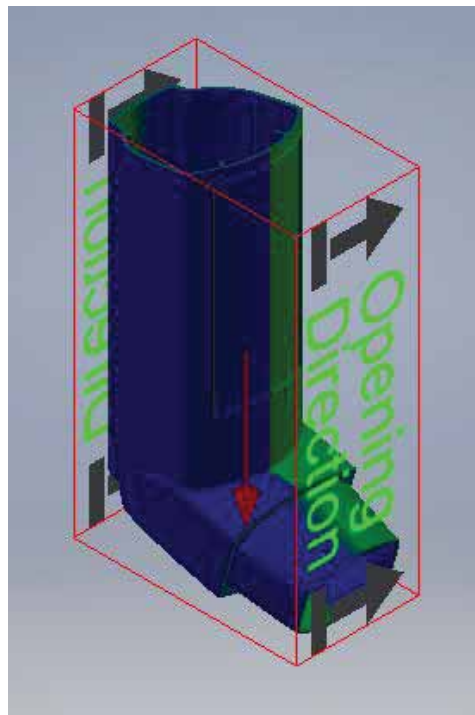


Да би смо уопште и могли да правимо алат у Autodesk Inventору потребно је да креирамо MOLD DESIGN. Када смо креирали MOLD DESIGN потребно је да убацимо пластични део за који желимо да моделирамо алат. Након његовог убацивања морамо изабрати материјал као на слици 4.1.



Слика 4.1: Избор материјала

Након избора материјала неопходно је извршити оријентацију дела, односно страну отварања калупа што је приказано на слици 4.2.

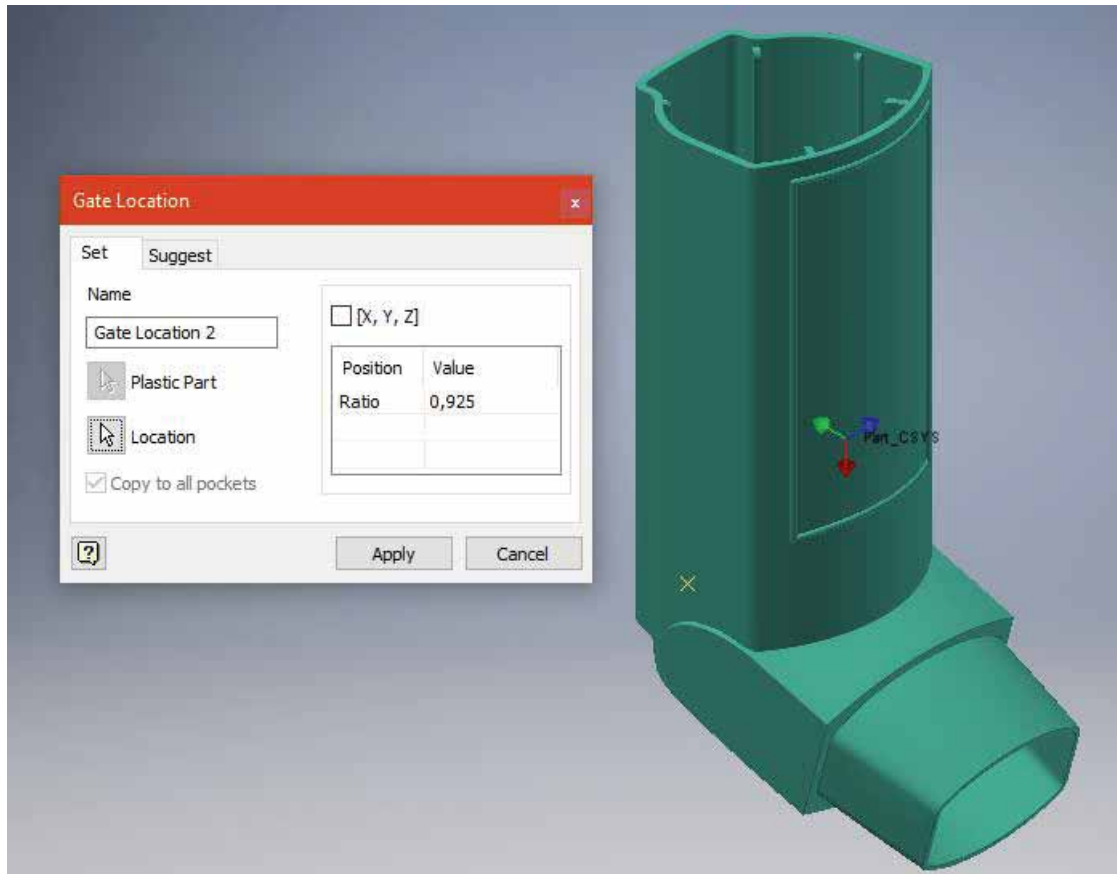


Слика 4.2: Раван отварања

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

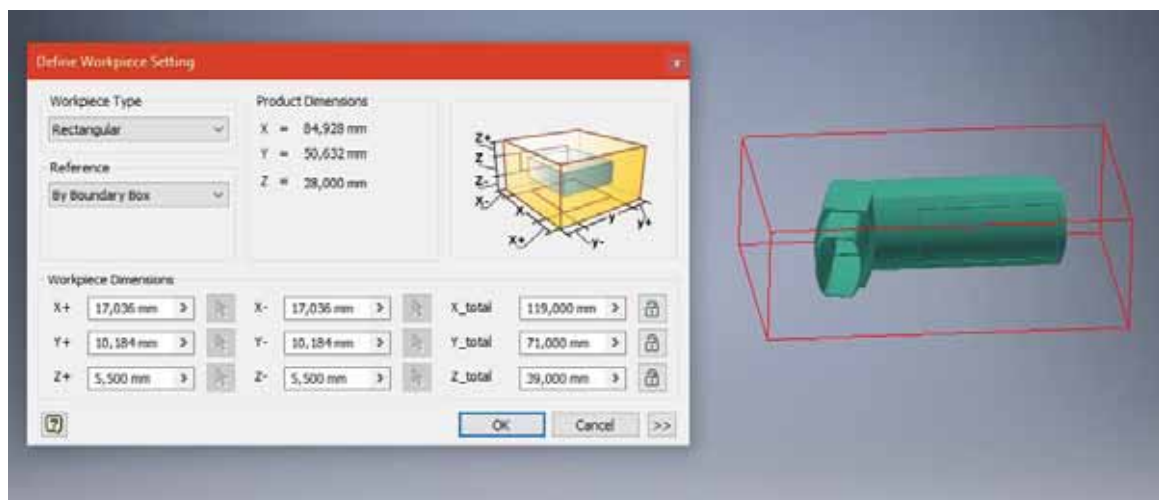


Пошто је подешена оријентација дела неопходно је прећи на “Core/Cavity” за даљи рад. Следећи корак јесте подешавање уливног места пластичног дела. Уливно место можемо сами да изаберемо, а може се генерисати и аутоматски од стране софтвера. У овом случају место уливања пластичне масе је одрађено ручно и дато је на слици 4.3.



Слика 4.3: Место уливања

Следеће на реду је дефинисање облика и димензија калупа, што је приказано на слици 4.4

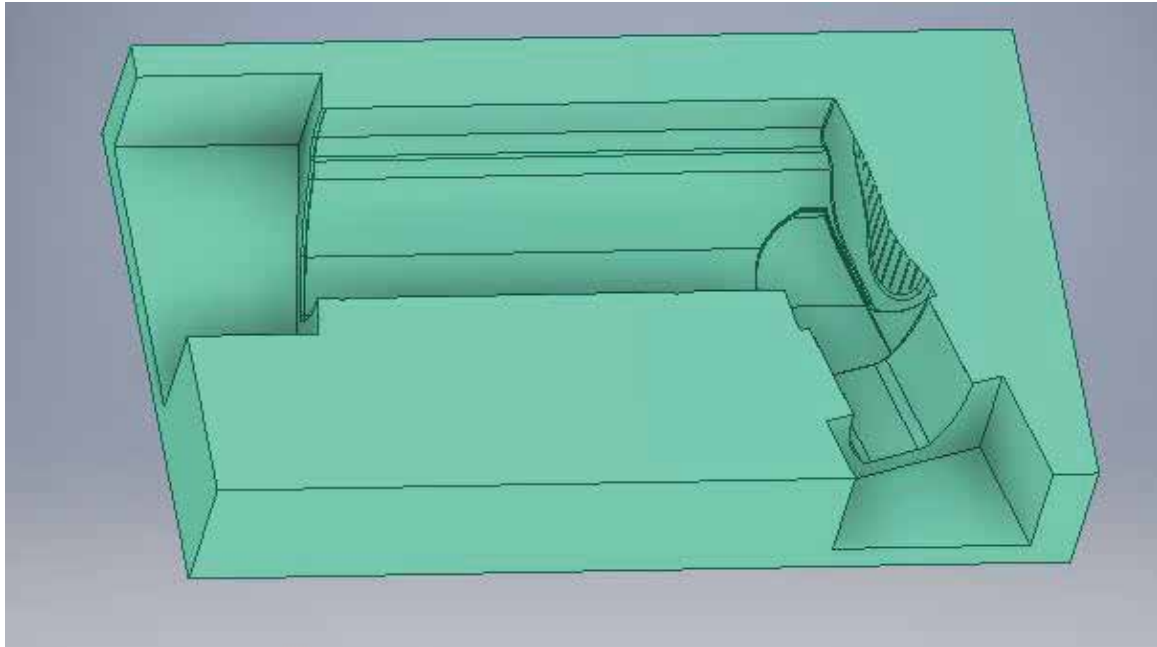


Слика 4.4: Дефинисање димензија алата

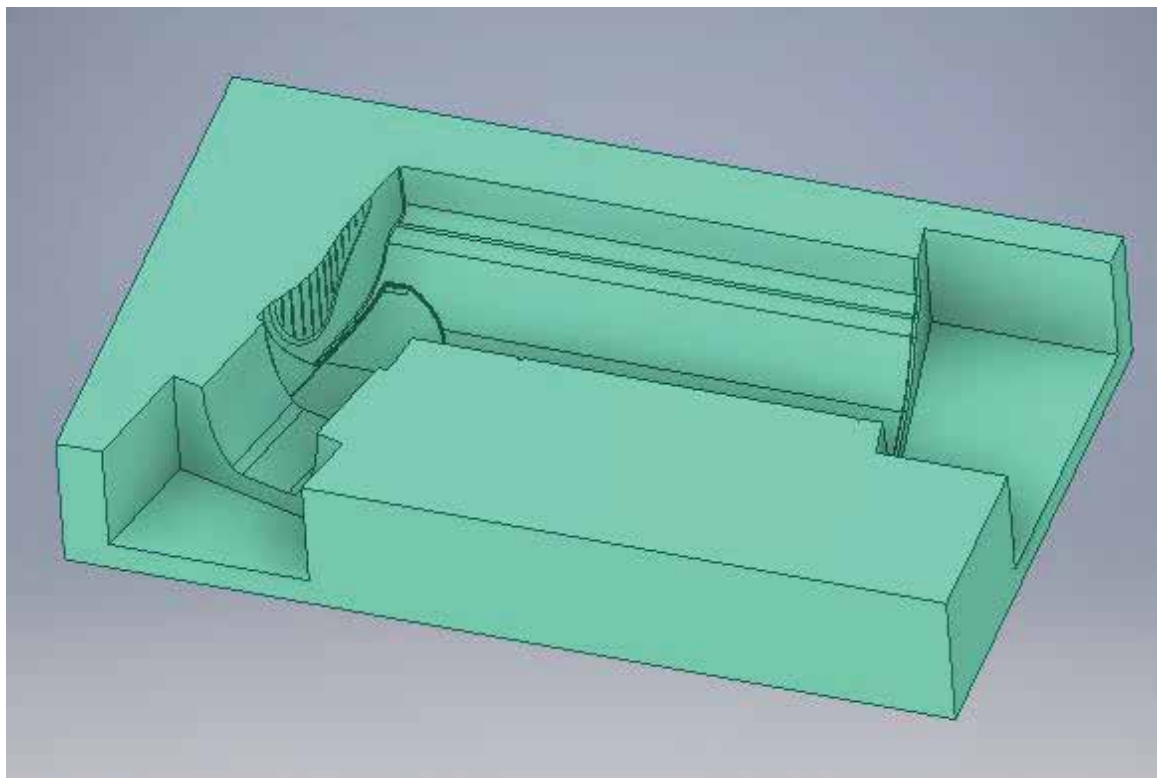
| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Следеће на реду је дефинисање равни раздвајања. С обзиром да је део сложене геометрије и да је потребно да има бар два уметка који су управни један у односу на други, софтвер је имао проблема са дефинисањем равни раздвајања. Зато је алат урађен ручно у *part* модулу. Изгледа алата приказан је на сликама 4.5 и 4.6.



Слика 4.5: Доњи део калуца

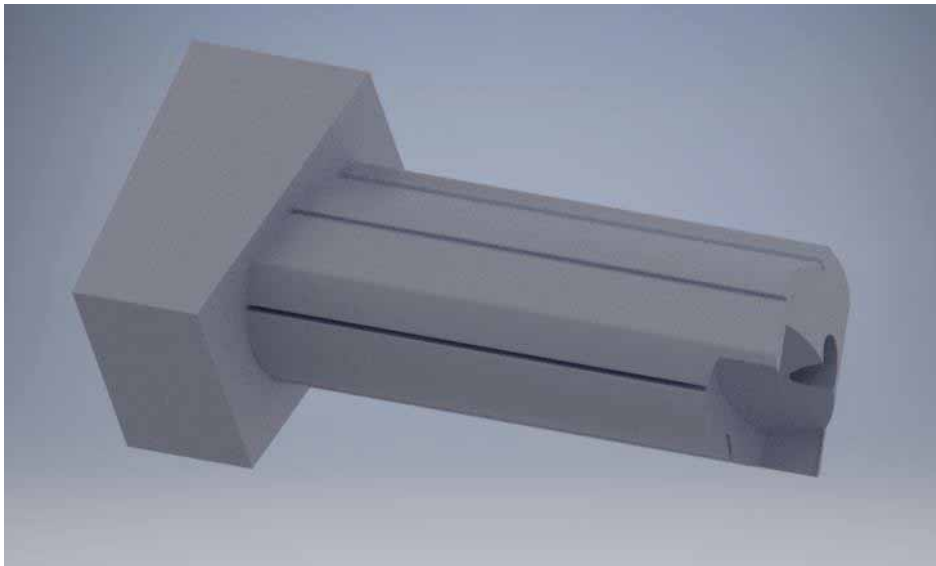


Слика 4.6: Горњи део калуца

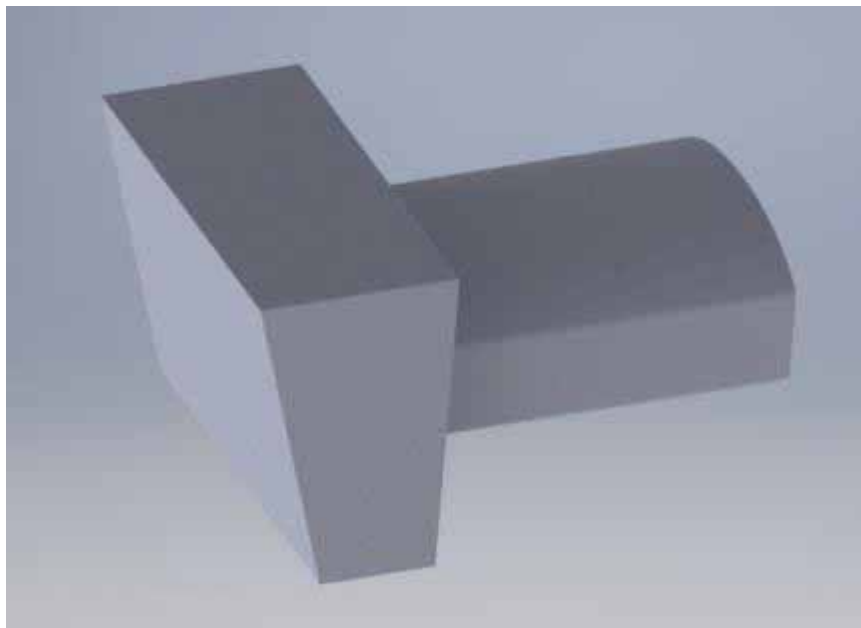
| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Уметке које треба убацити у калуп софтвер није могао да одради због сложене геометрије, па су и они одрађени ручно. Уметци су приказани на сликама 4.7 и 4.8



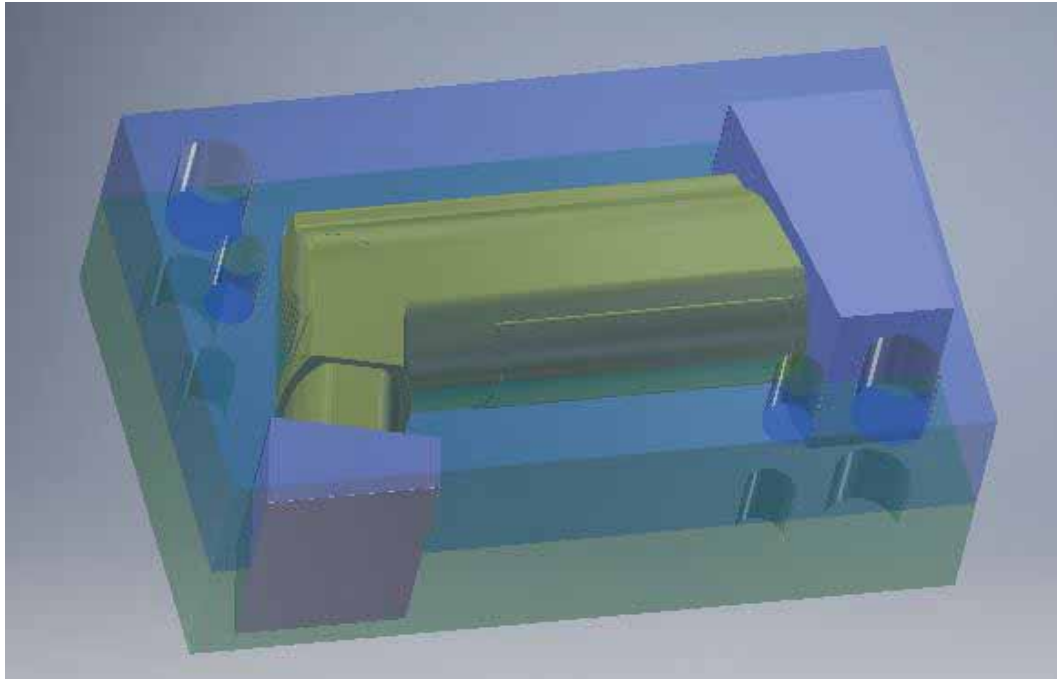
Слика 4.7: Уметак 1



Слика 4.8: Уметак 2

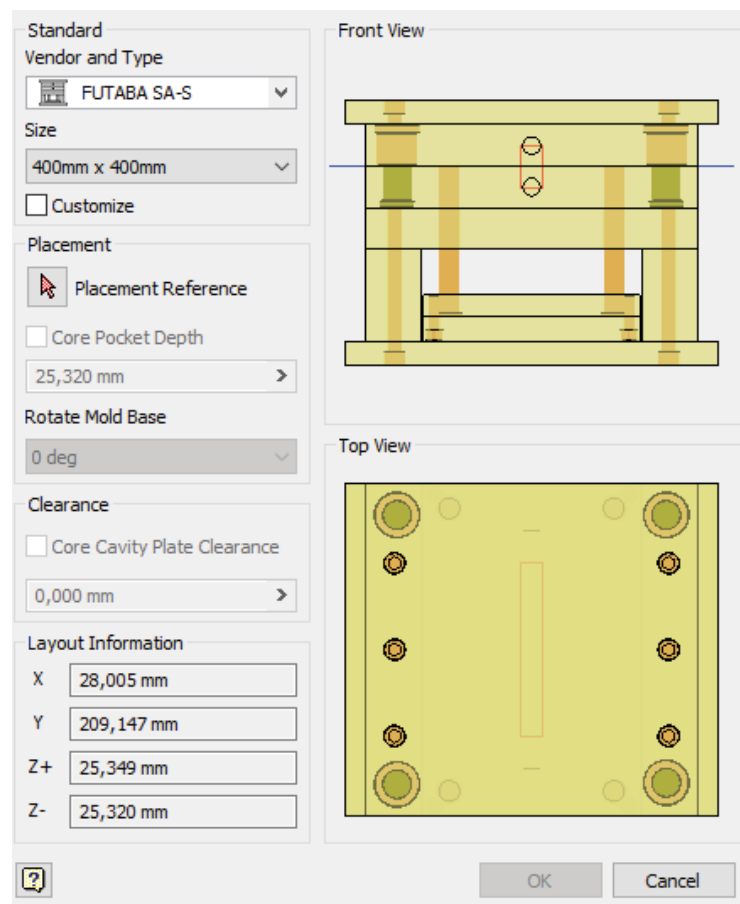
Када су сви ови делови урађени појединачно, приступило се склапању калупа заједно са уметцима. Склопљен калуп приказан је на слици 4.9

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Слика 4.9: Калуп

Када је урађен калуп, могло се приступити генерисању алата из базе података коју поседује софтвер.

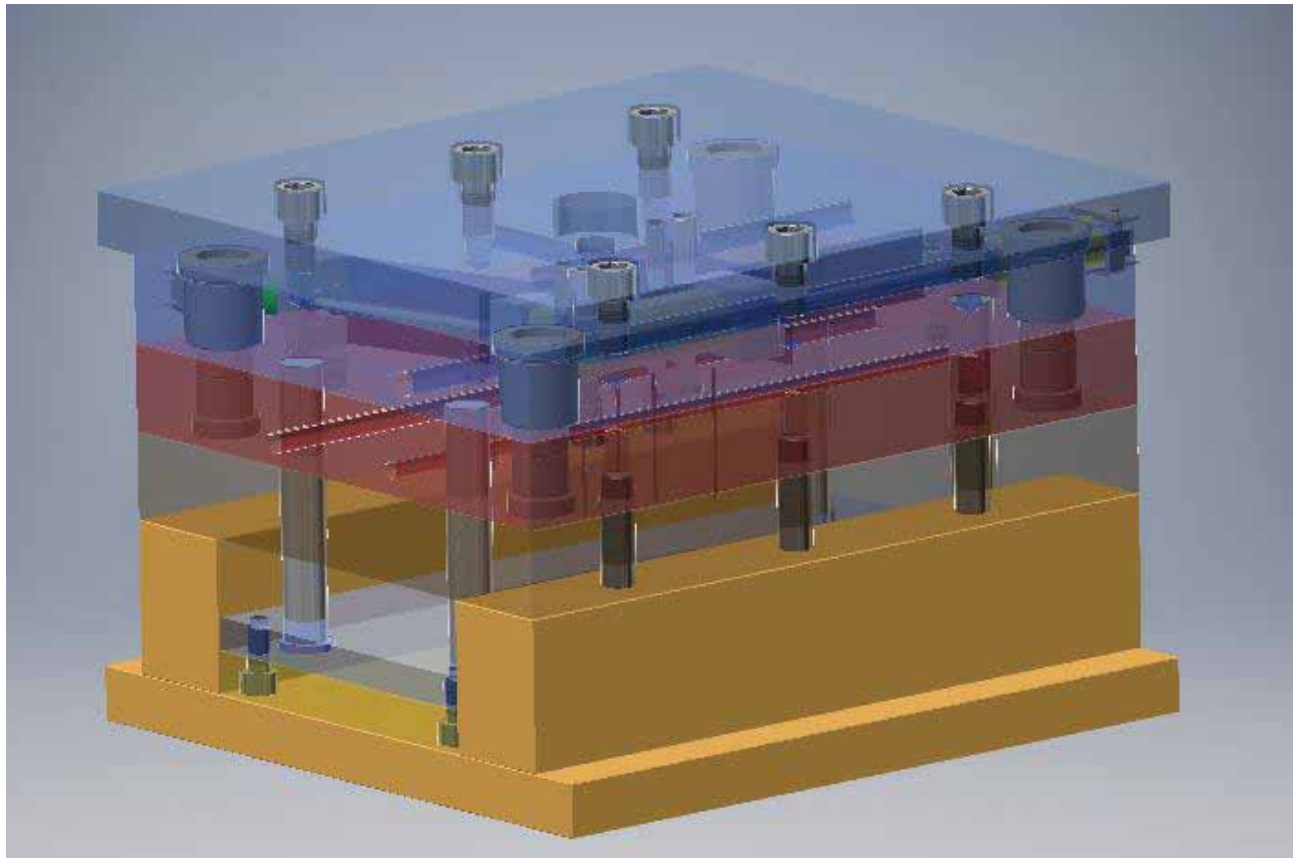


Слика 4.10: Избор алата

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

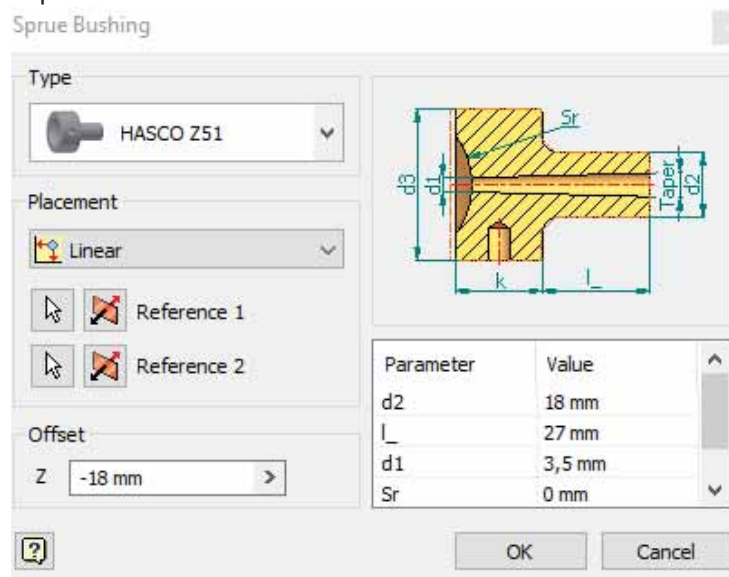


Алат који је изабран је *FUTABA SA-S* димензија 400x400 mm. Генерисани алат приказан је на слици 4.11



Слика 4.11: Кућиште алата

Након одабира одговарајућег кућишта можемо додати уливну чауру, уливна чаура приказана је на слици 4.12

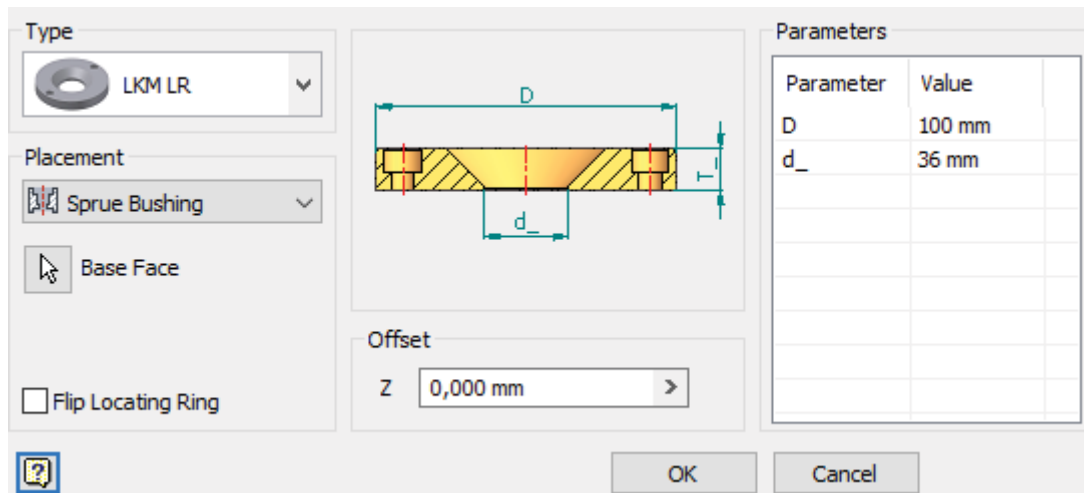


Слика 4.12: Одабир уливне чауре

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

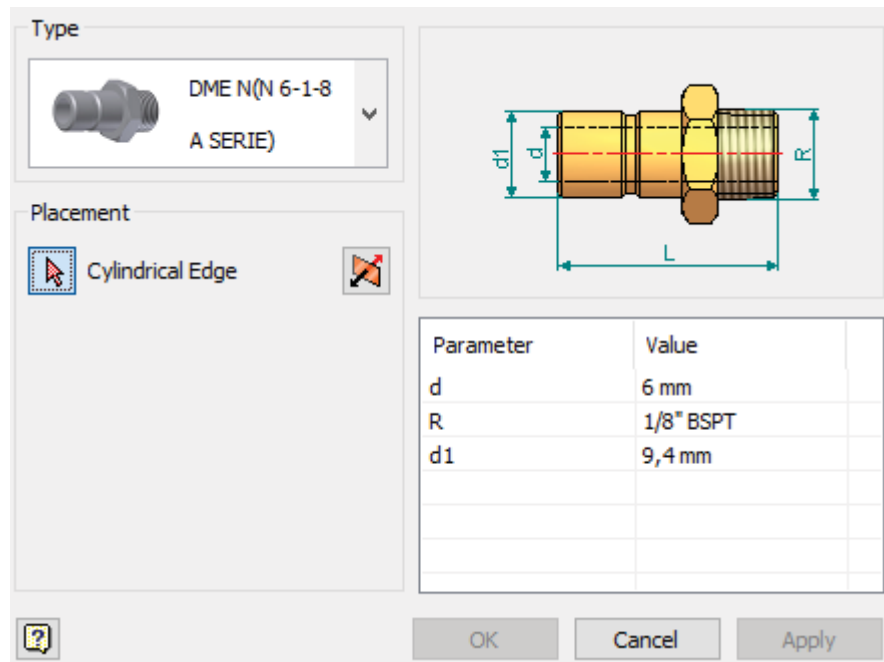


Након овога треба убацити центрирајући прстен око чауре да се не би случајно десило да бризгачка са пластиком промаши чауру. Изглед и димензије прстена дати са на слици 4.13.



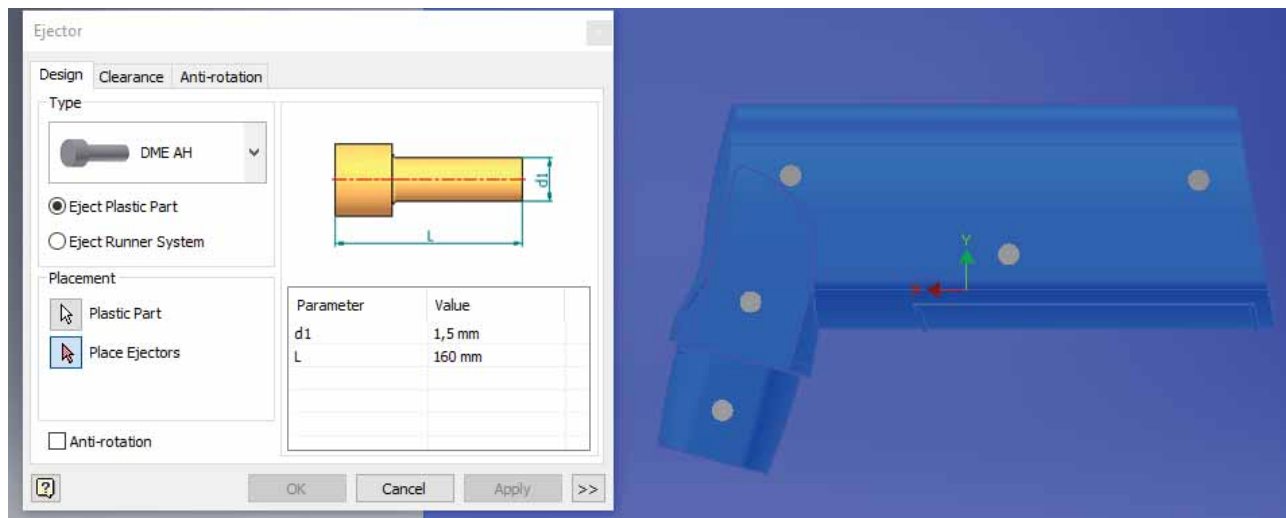
Слика 4.13: Одабир прстена

Након убацивања центрирајућег прстена требамо поставити канале за хлађење дела. Они се постављају да би се део брже охладио а самим тим се и повећава производност односно смањује време израде једног дела, на канале за хлађење потребно је додати и вентиле. Вентили приказани су на слици 4.14.



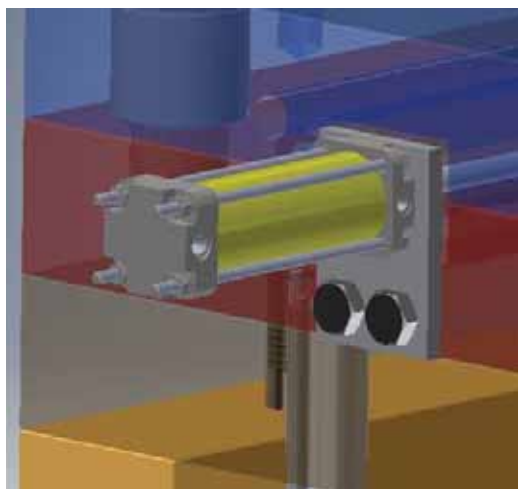
Слика 4.14: Одабир вентила

Потребно је поставити и избациваче јер се охлађени полимер скупља на језгру. Приликом отварања алата доњи део алата се спушта и избацивачи делују тако што избацују део са језгра, *слика 4.15*

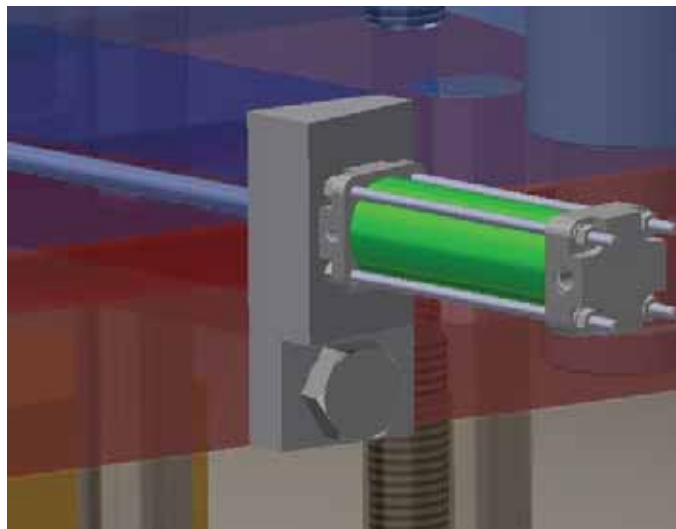


Слика 4.15: Избацивачи

За вађење уметака одабрани су пенуматски цилиндри. Цилиндри су приказани на сликама 4.16 и 4.17



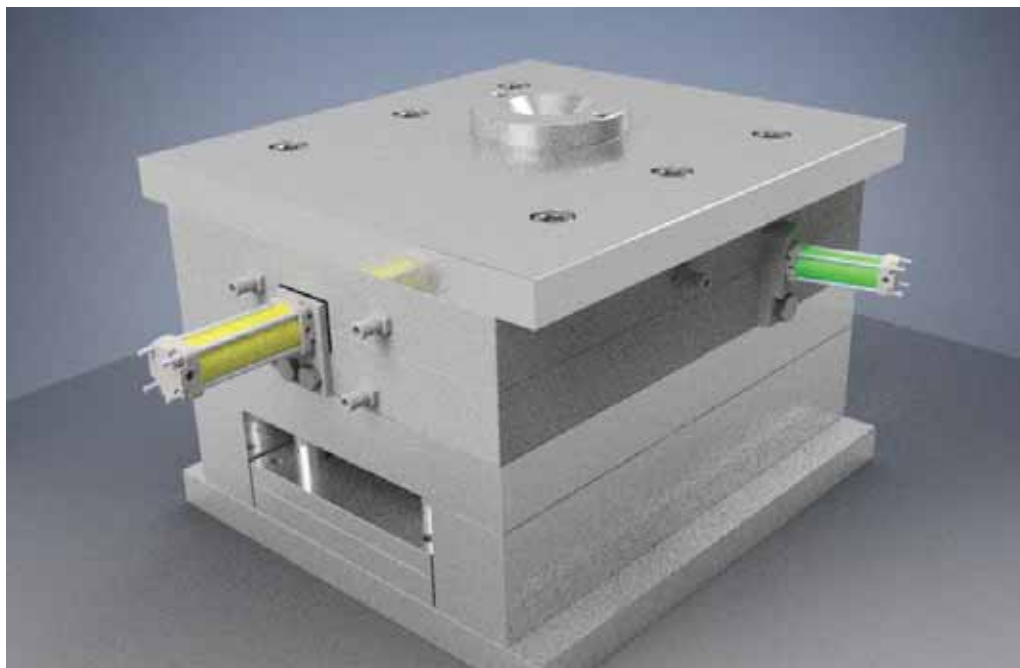
Слика 4.16: Цилиндар



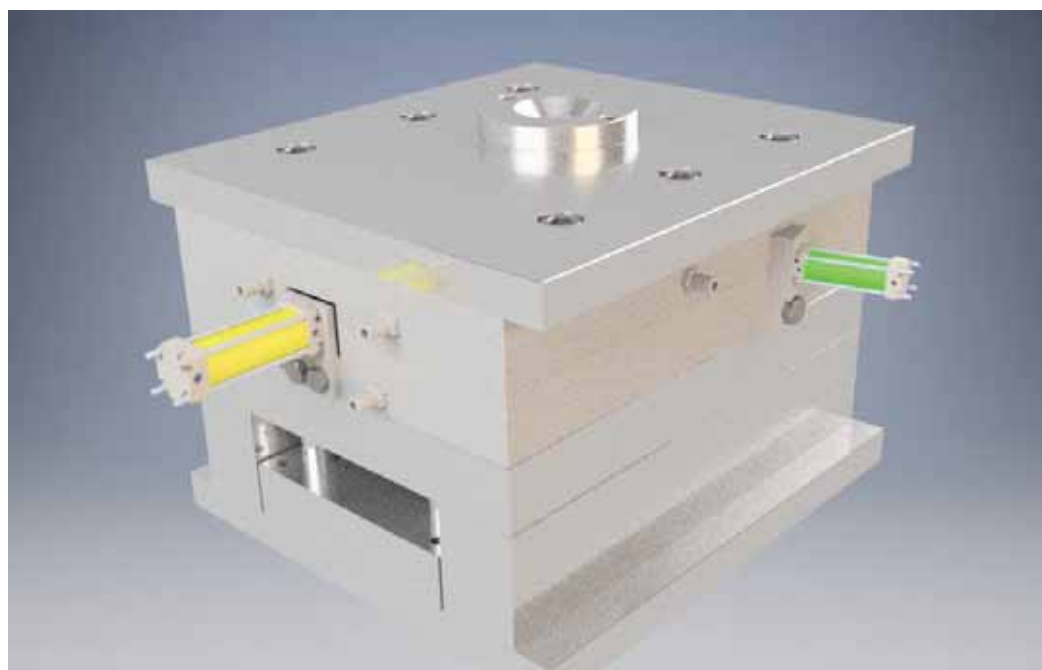
Слика 4.17: Цилиндар

Изгледа готовог алата да је на сликама 4.18,4.19,4.20,4.21 и 4.22

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

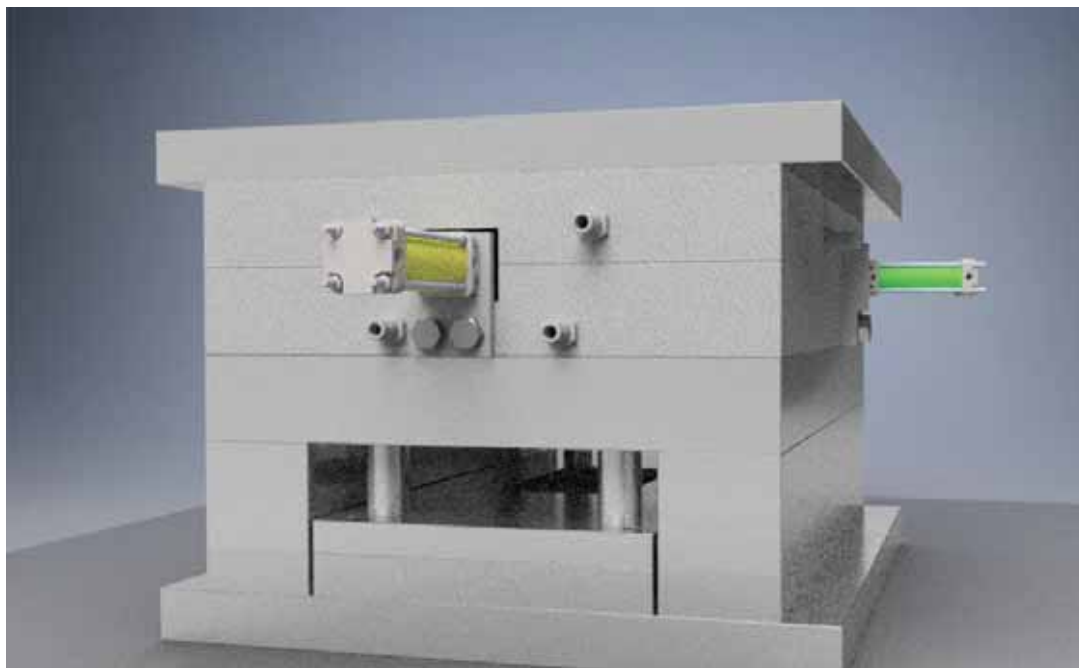


Слика 4.18: *Алат у изометрији*



Слика 4.19: *Алат у изометрији*

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

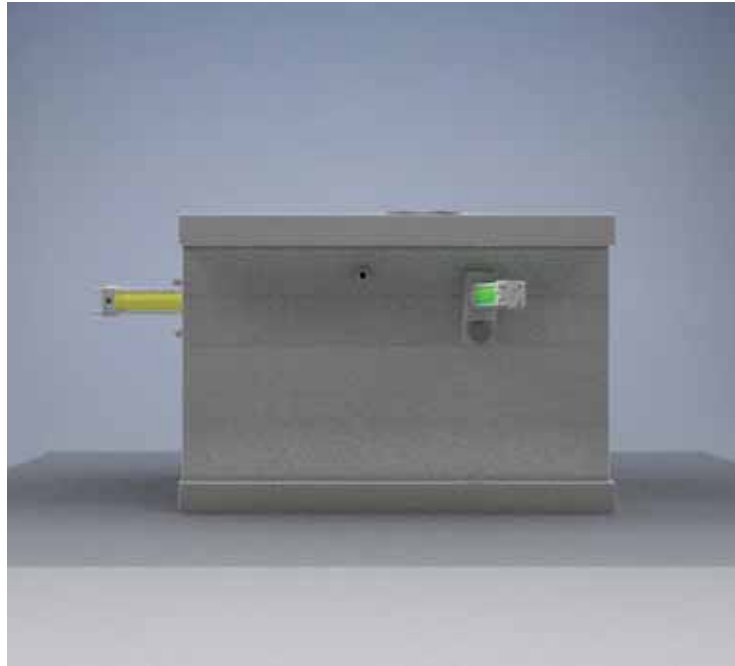


Слика 4.20: Алат у изометрији



Слика 4.21: Алат у изометрији

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |



Слика 4.22: *Алат у изометрији*

Цртежи су дати у прилогу.

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

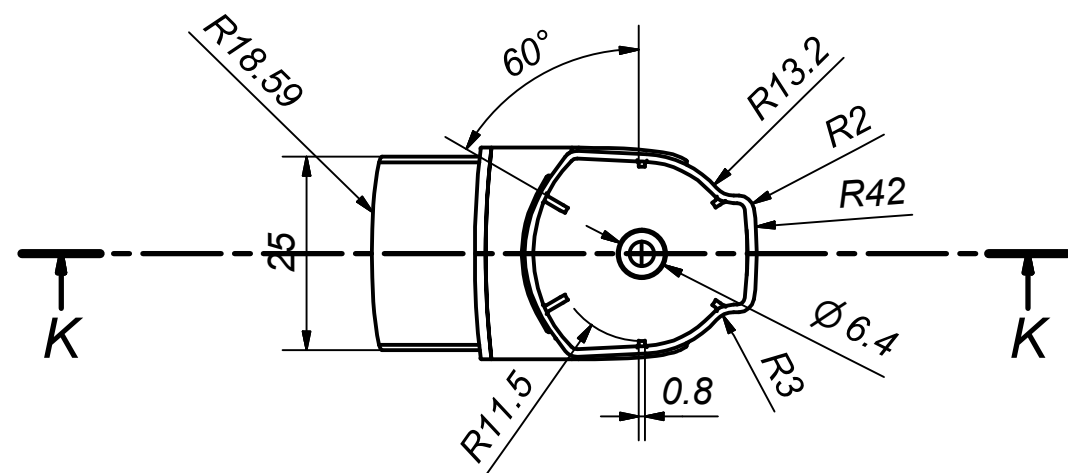
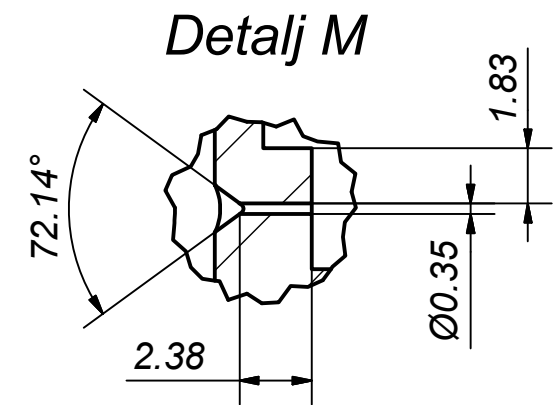
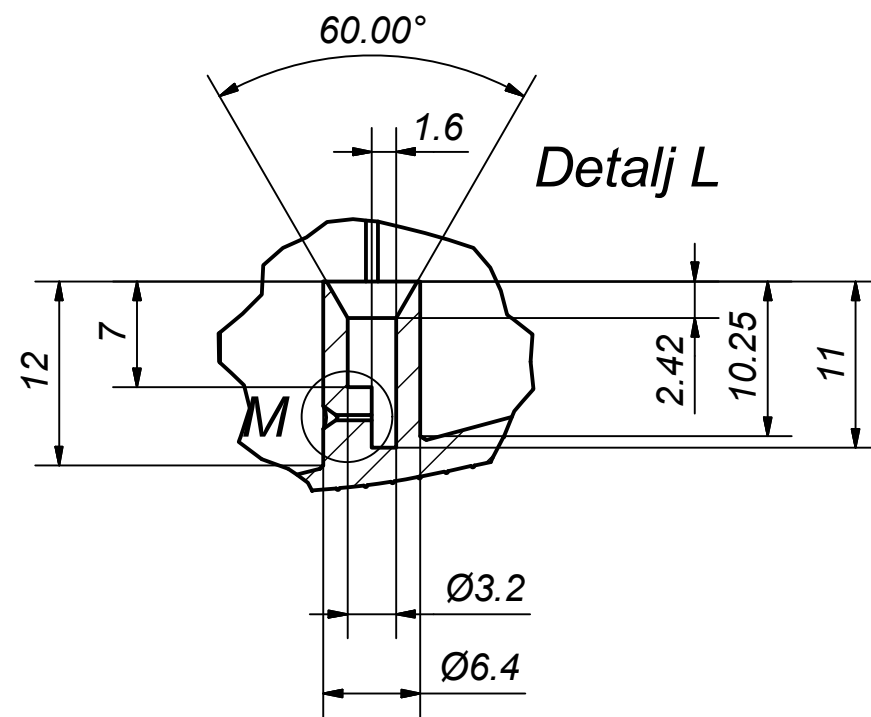
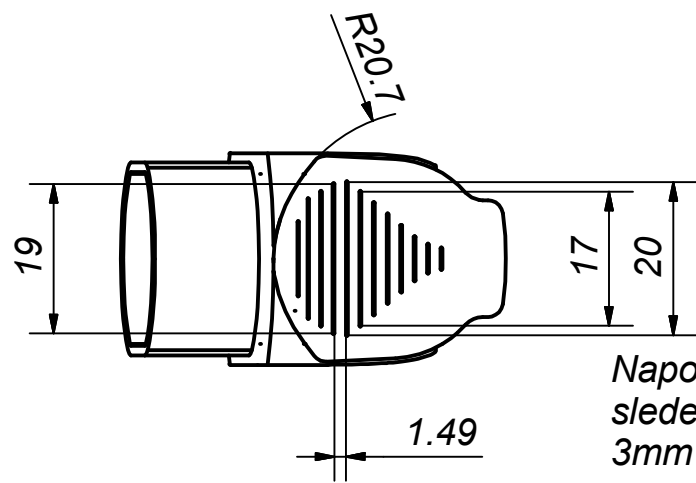
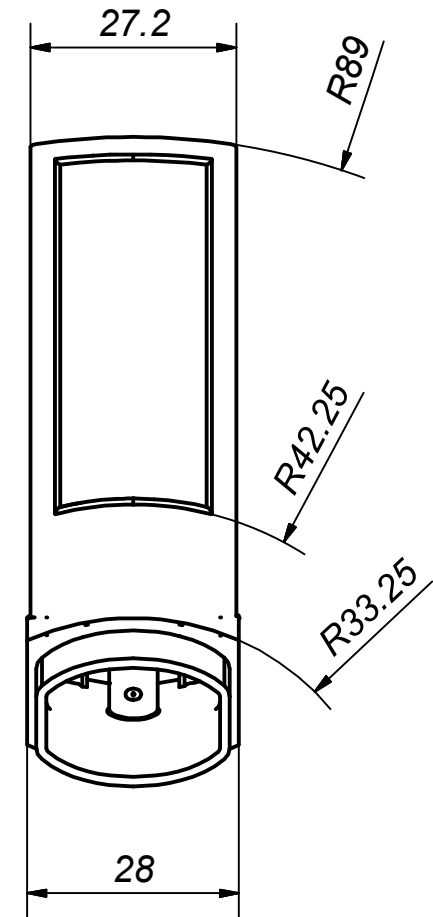
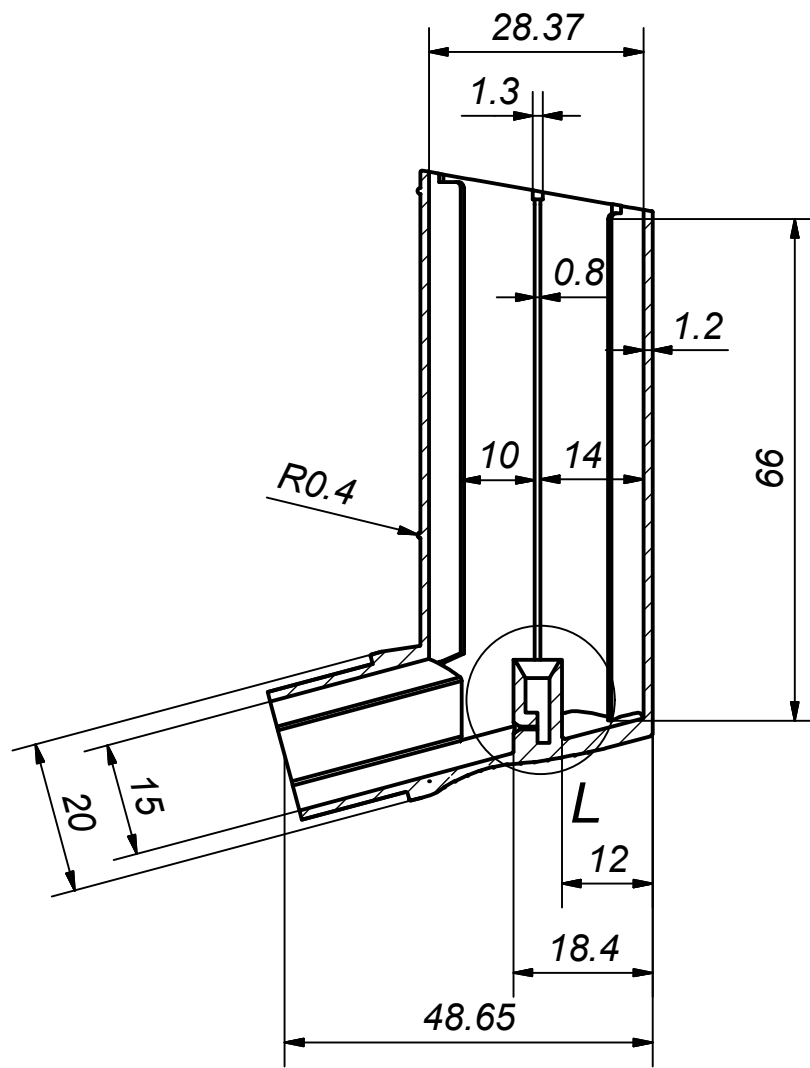
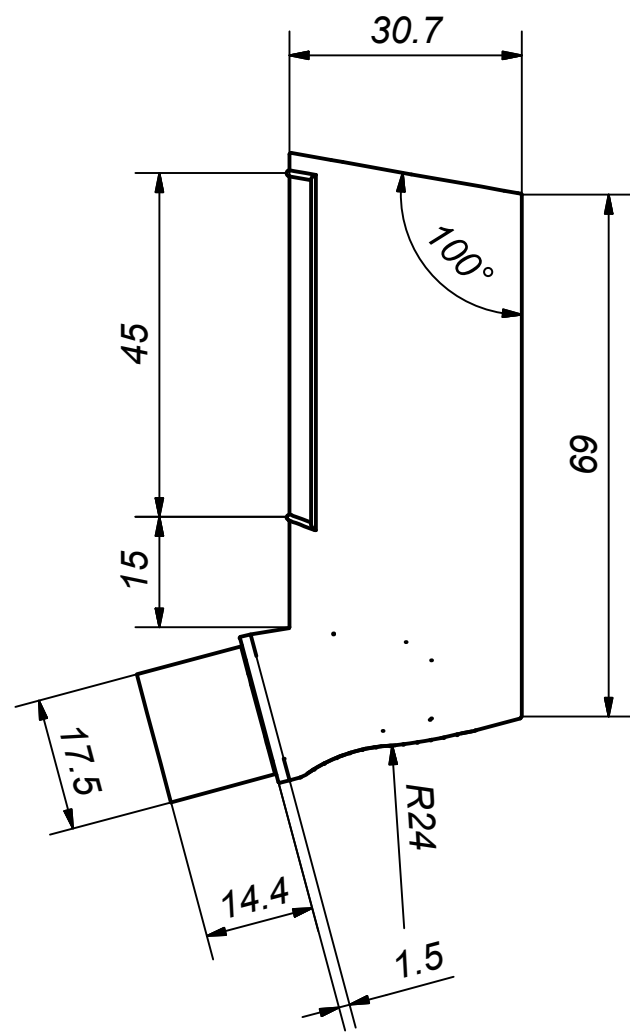


Литература

[1] Пузовић Р., **Предавања на предмету Нове технологије**, Универзитет у Београду – Машински факултет, 2016.

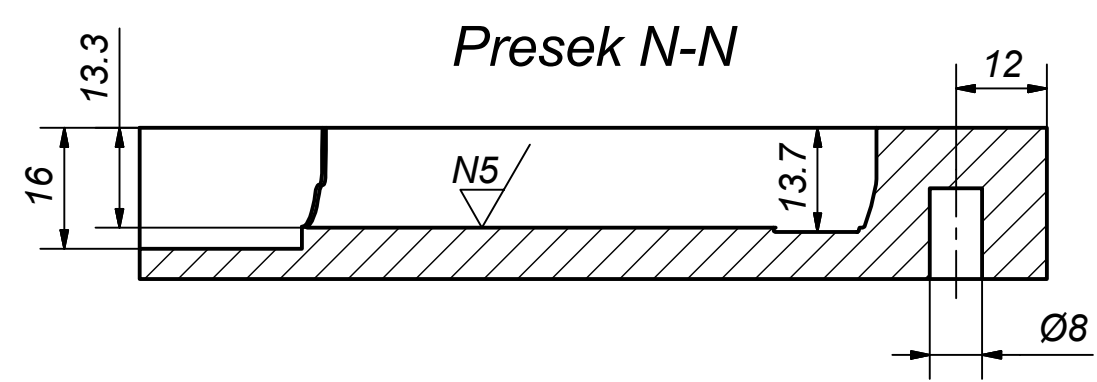
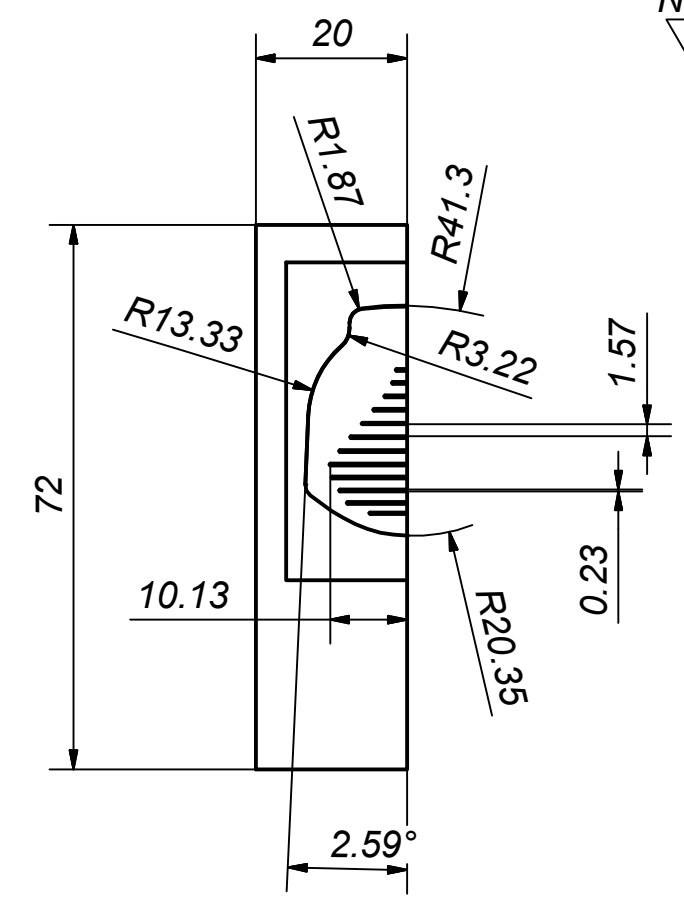
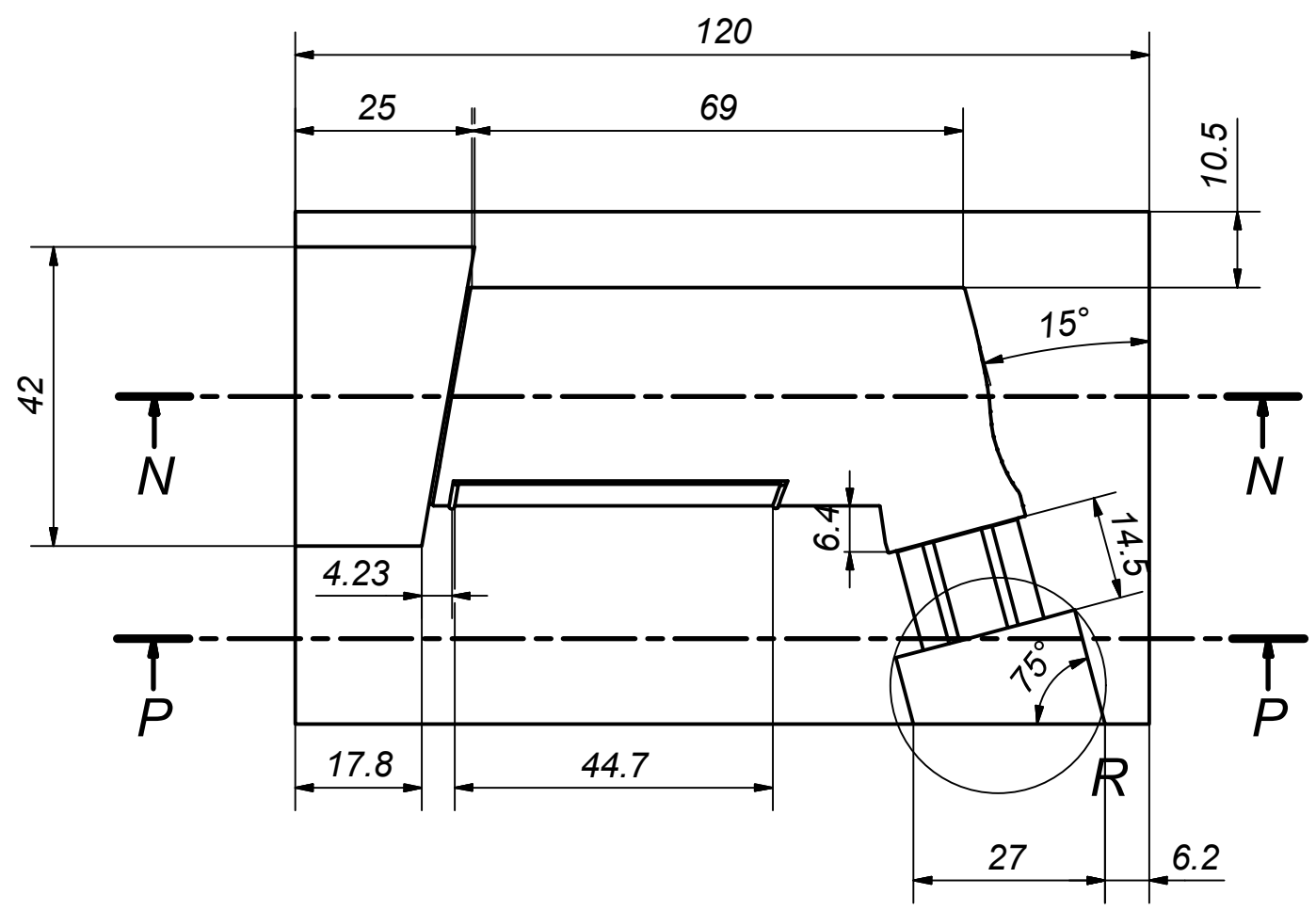
[2] Јовичић М., **Алати за ковање у калупима, ливење под притиском и пресовање пластичних маса** Универзитет у Београду - Машински факултет, 1983.

| Рег. број | Презиме и име: | Шк. год. | Датум: | Прегледао: |
|-----------|----------------|-----------|------------|------------|
| 1085/15 | Вукша Радован | 2016/2017 | 09.01.2017 | |

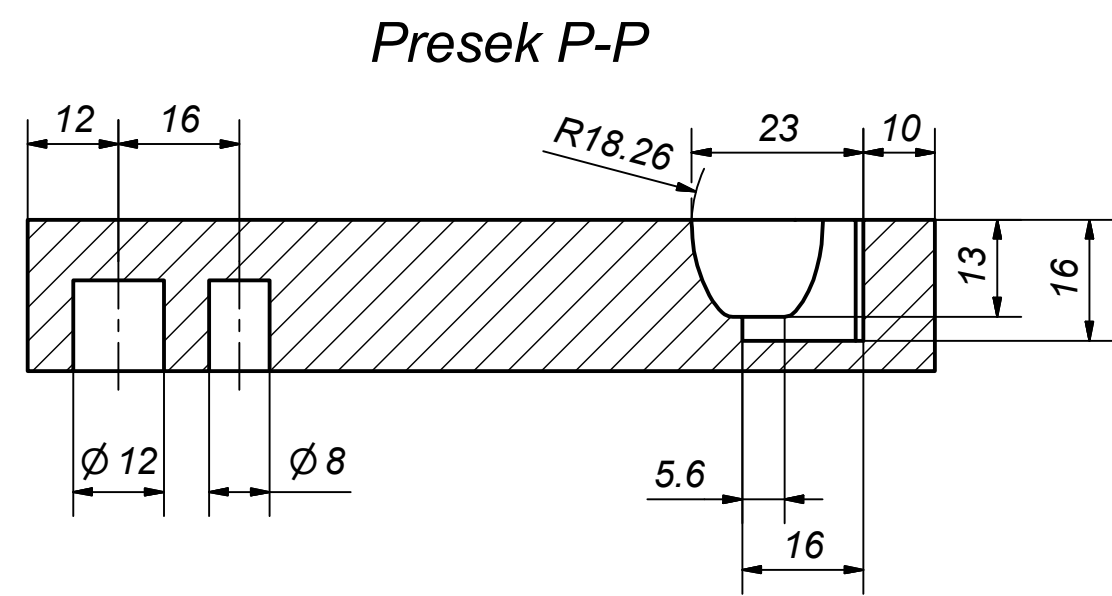


| | | | | | | | |
|-------------|------------|---------------|--------|--|--------------|------|--|
| Č 0545 | | | | 1 kom | Ukupno | | |
| Komada | Materijal | Dimenzije | | Masa u kg | Sklop | Poz. | |
| | Datum | Prezime i ime | Potpis | UNIVERZITET U BEOGRADU MAŠINSKI FAKULTET KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO | | | |
| Konstruisao | 25.10.2016 | Vukša Radovan | | | | | |
| Pregledao | | | | | | | |
| Overio | | | | | | | |
| Razmera: | Naziv: | Pumpica | | | Bpoj crteža: | | |

N5 / N7

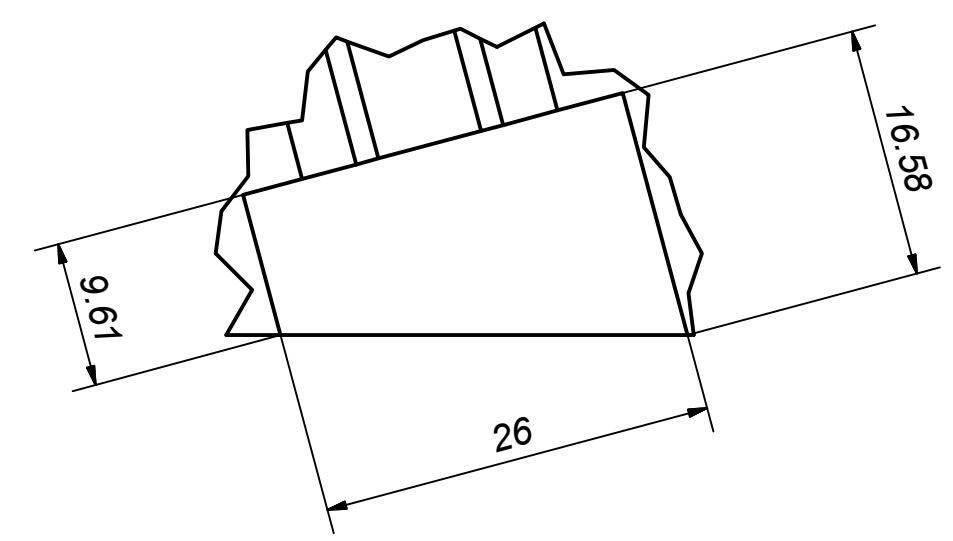


Presek N-N



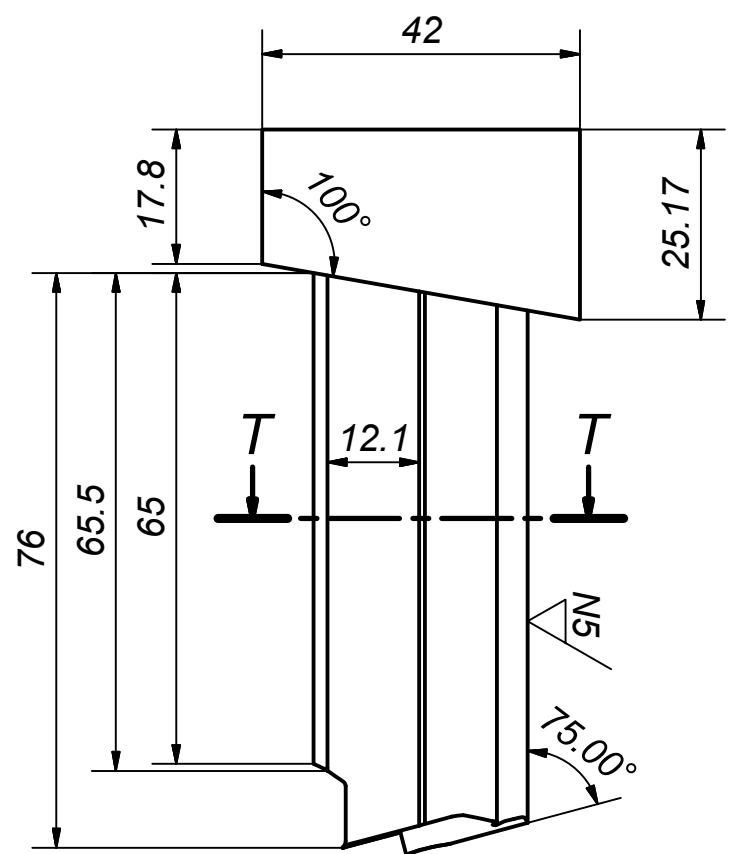
Presek P-P

Detalj R (2:1)

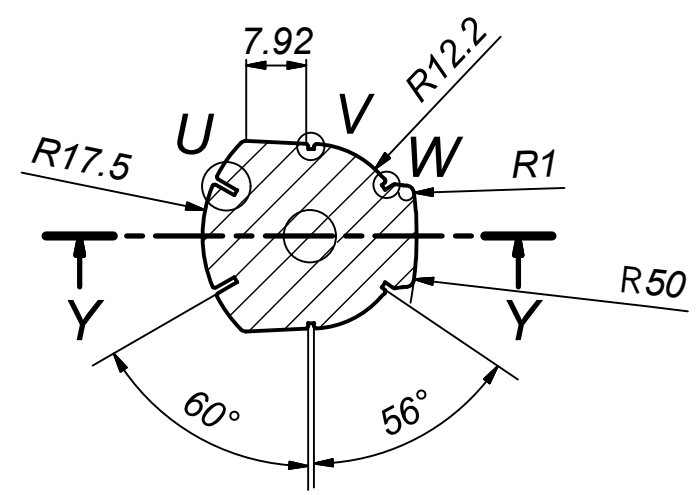


| | | | | | | | |
|-------------|--------------------|---------------|--------|--|--------|------|--|
| Č 0545 | | | | 1 kom | Ukupno | | |
| Komada | Materijal | Dimenzije | | Masa u kg | Sklop | Poz. | |
| Konstruisao | Datum | Prezime i ime | Potpis | UNIVERZITET U BEOGRADU MAŠINSKI FAKULTET KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO | | | |
| Pregledao | | | | | | | |
| Overio | | | | | | | |
| Razmera: | Naziv: Kalup crtez | | | Bpoj crteža: | | | |

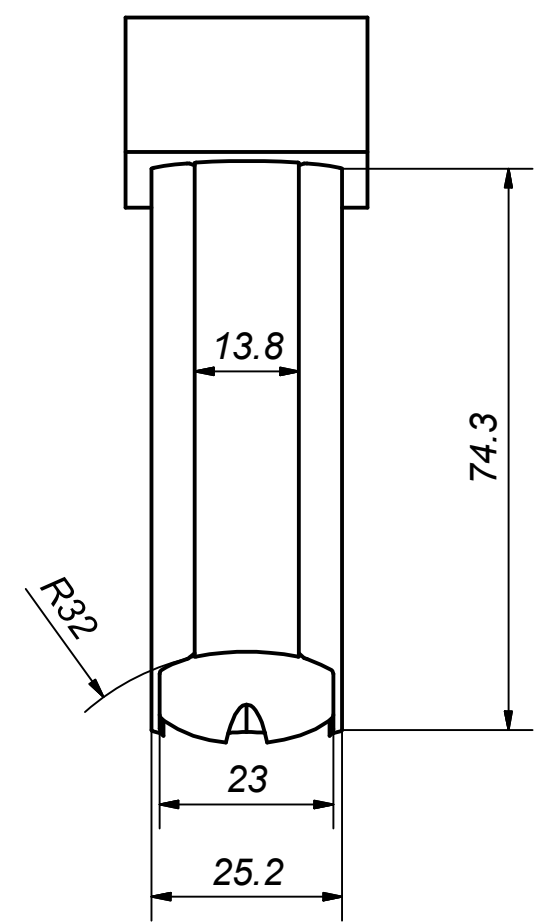
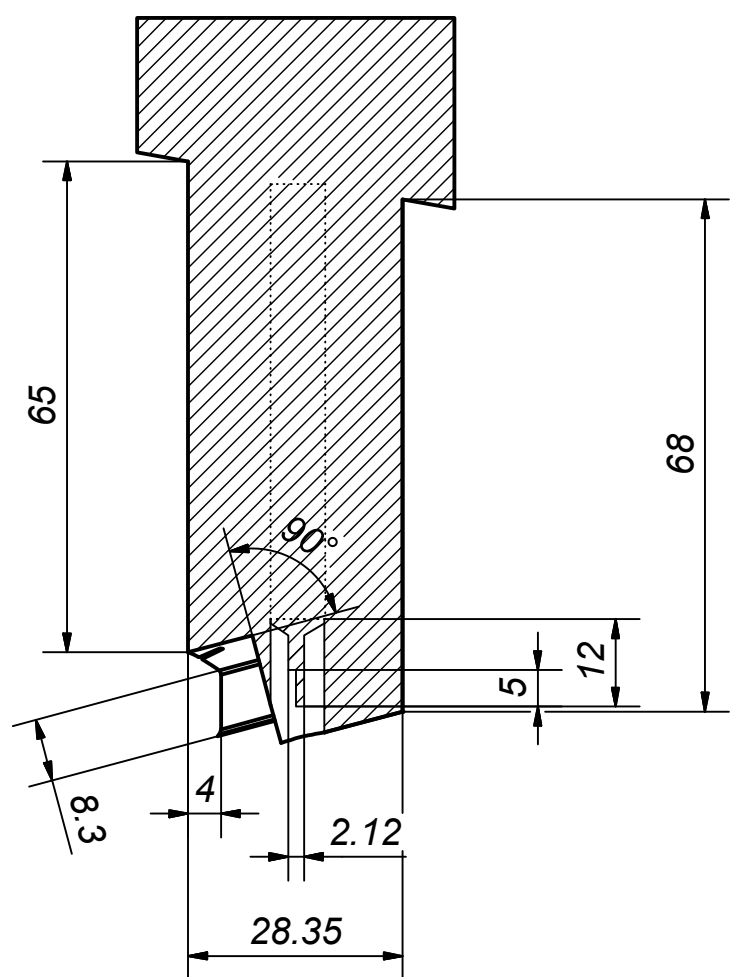
N5 / N7



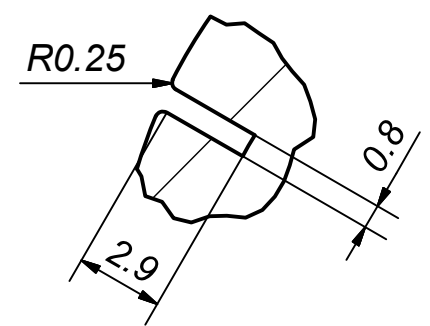
Pogled T-T (1 : 1)



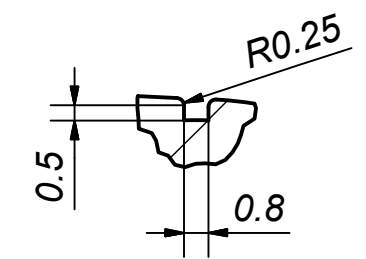
Pogled Y-Y (1 : 1)



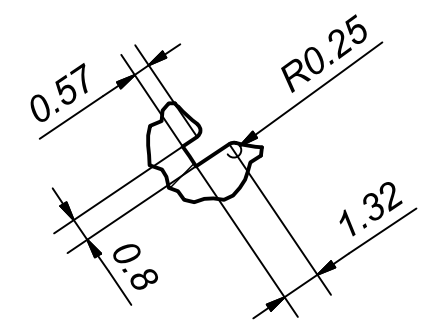
Detalj U



Detalj V

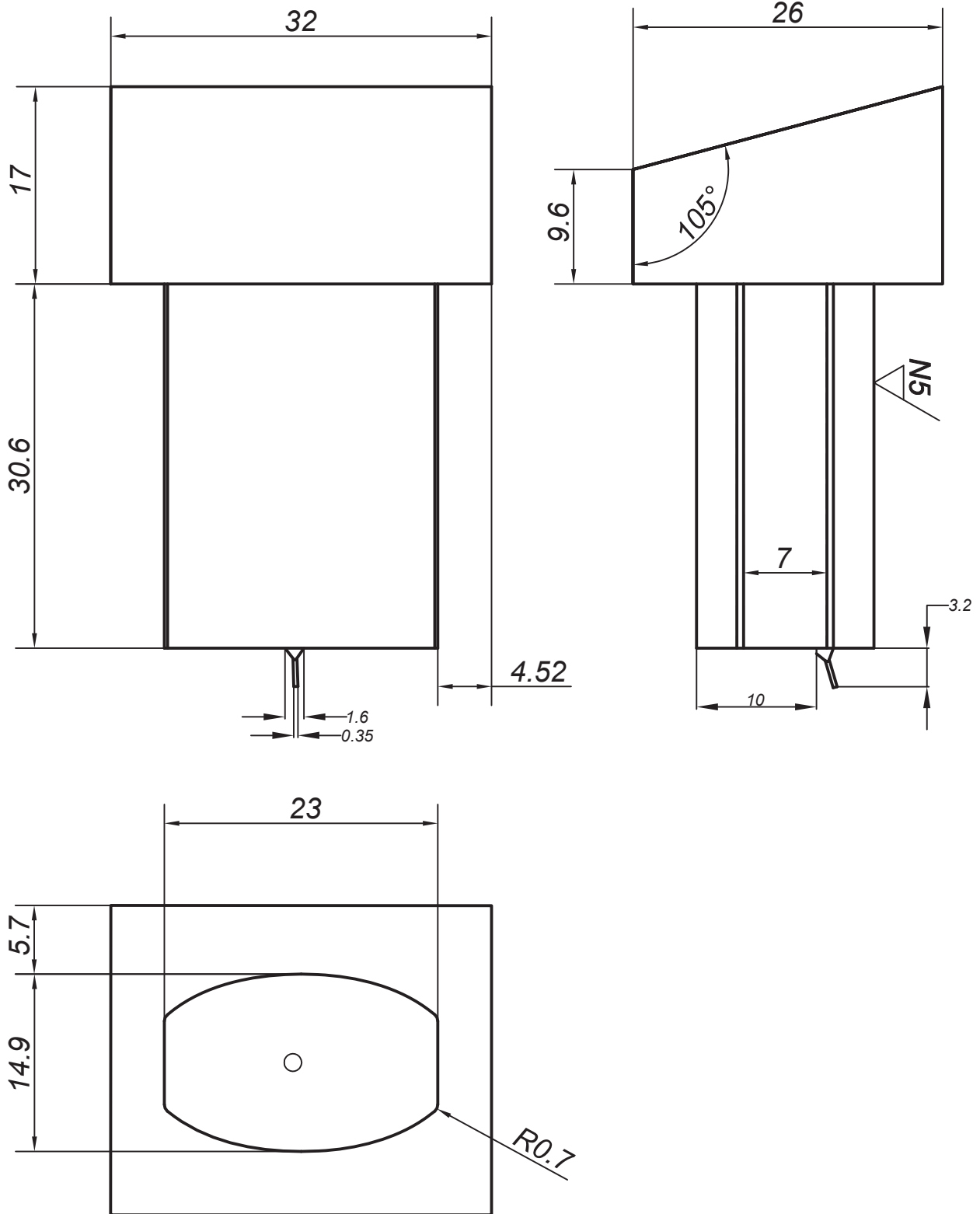


Detalj W

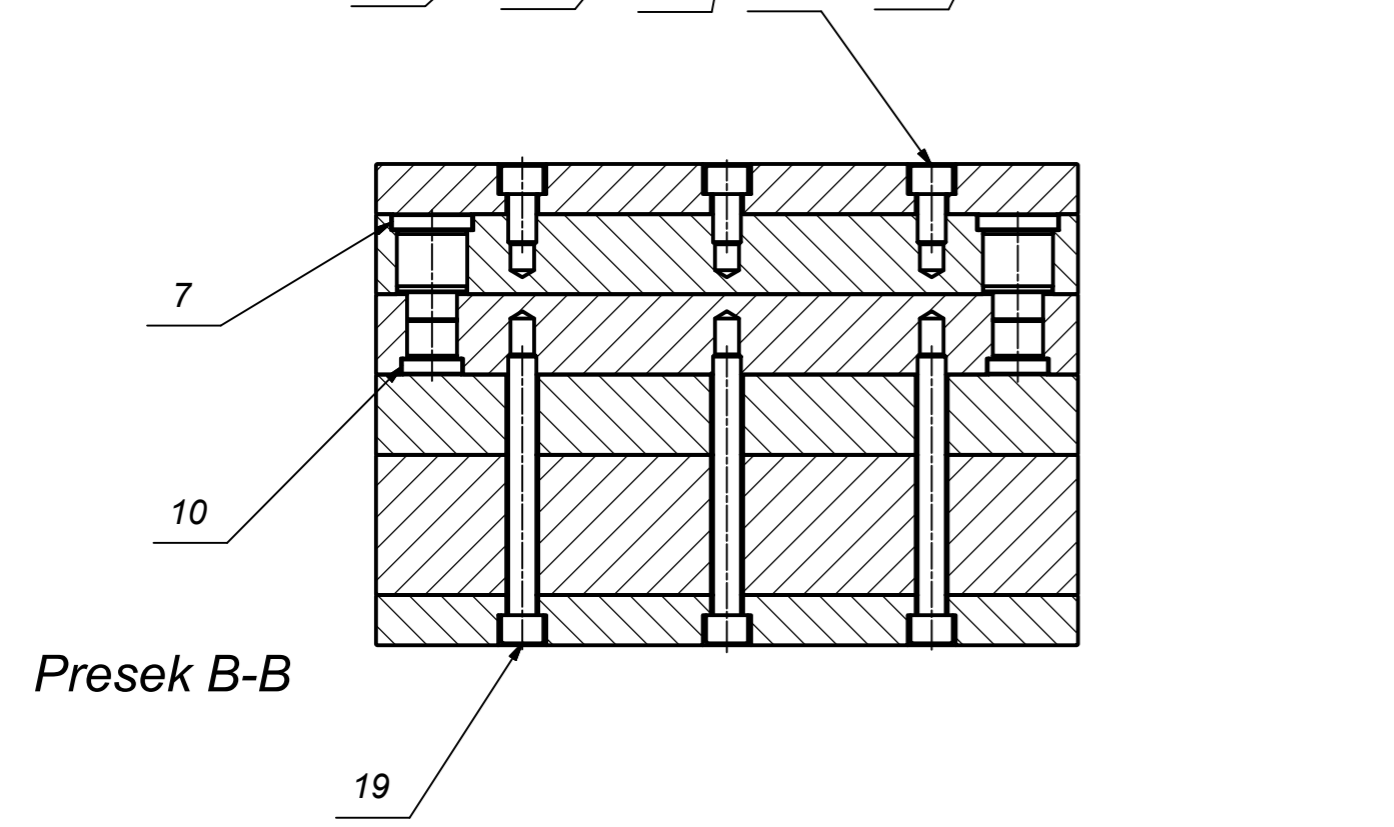
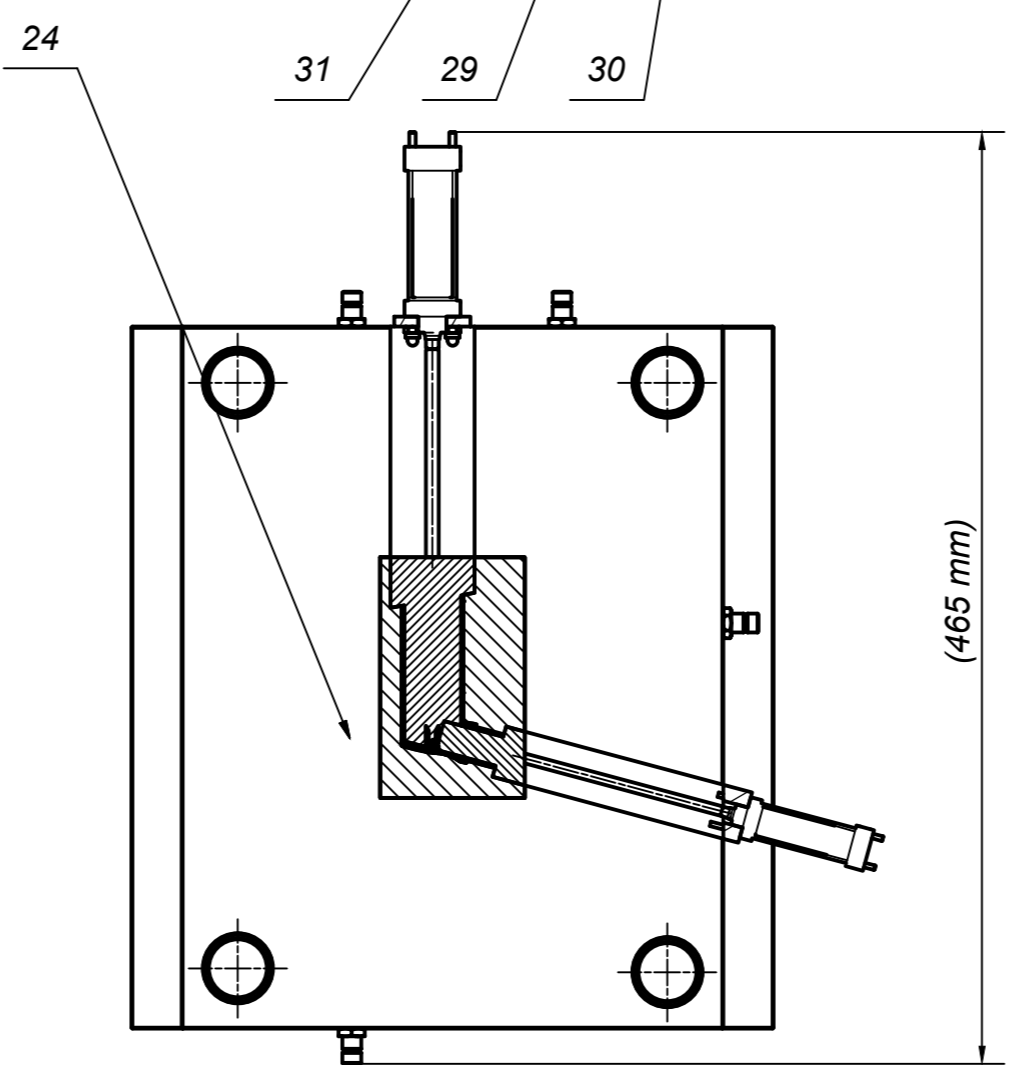
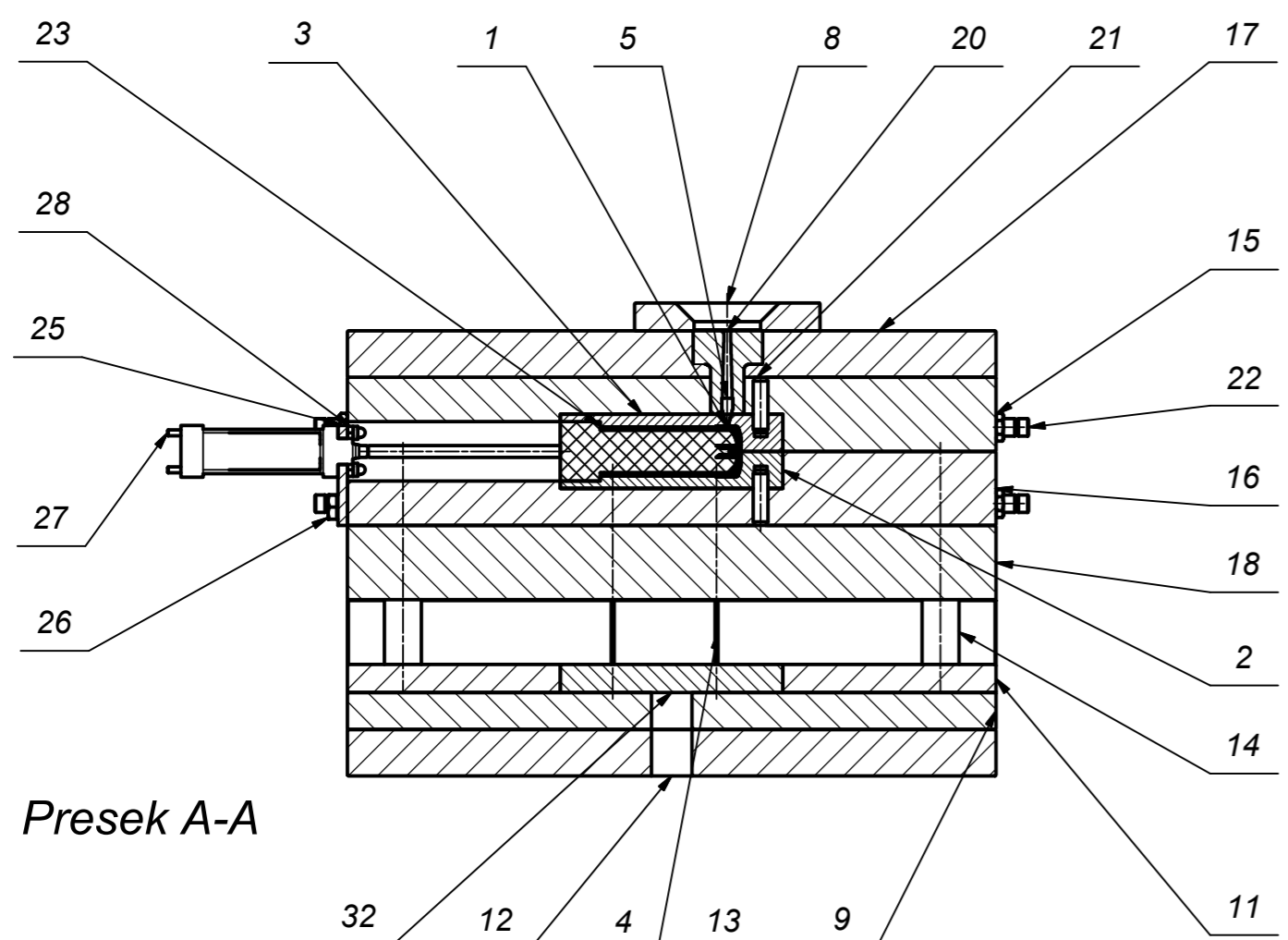
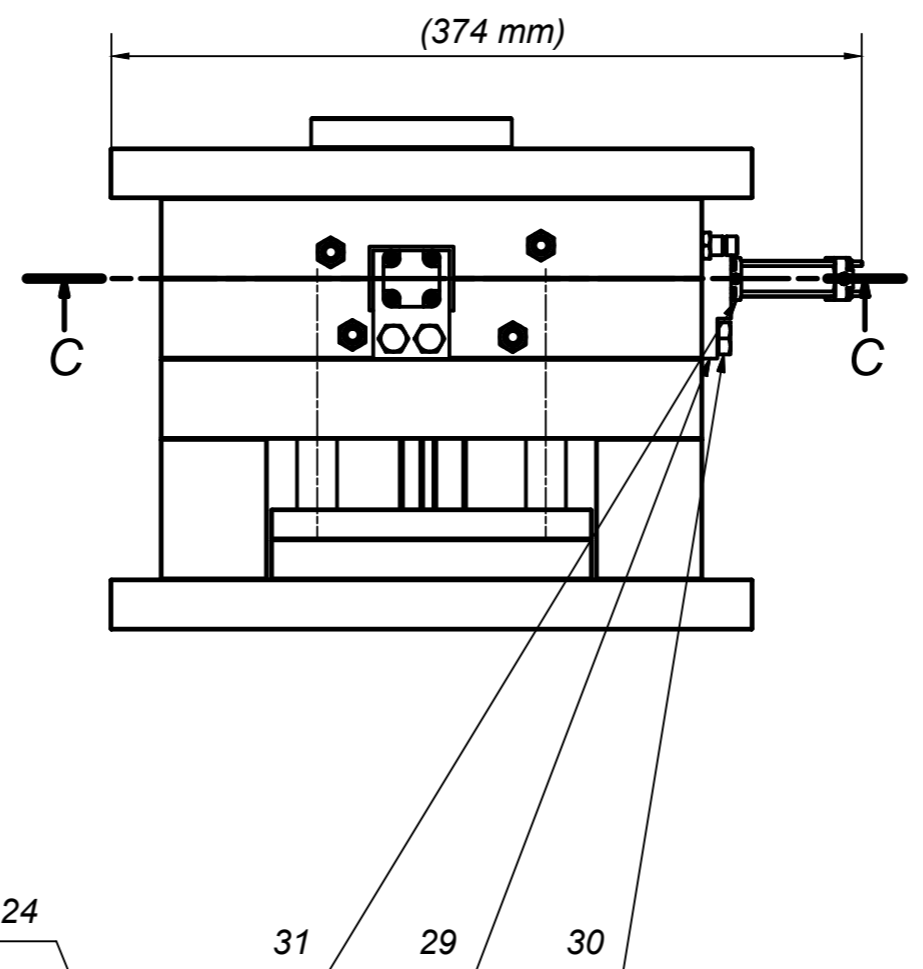
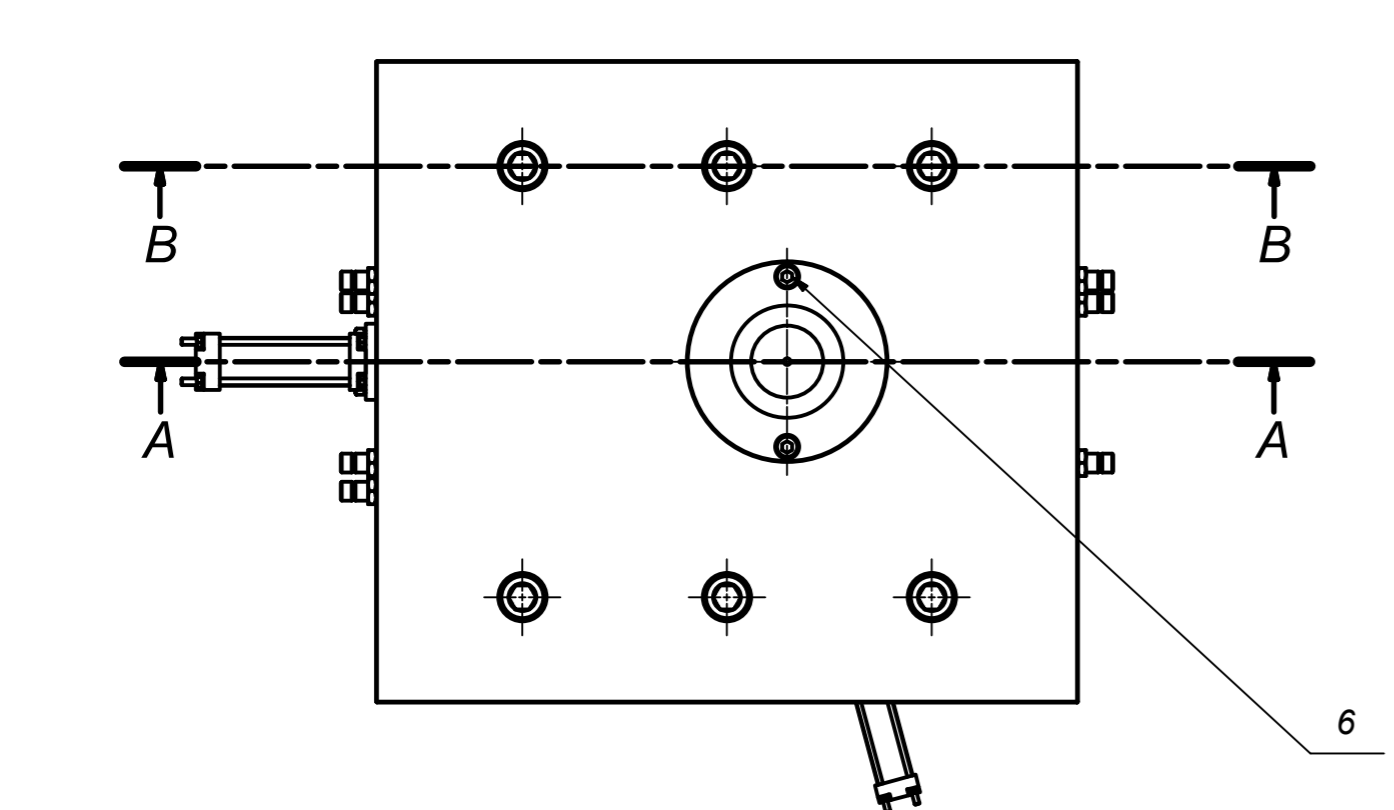


| | | | | | | | |
|-------------|-----------|---------------|--------|--|--------------|-------|------|
| Č 0545 | | | | 1 kom | Ukupno | Sklop | Poz. |
| Komada | Materijal | Dimenzije | | Masa u kg | | | |
| Konstruisao | Datum | Prezime i ime | Potpis | UNIVERZITET U BEOGRADU MAŠINSKI FAKULTET KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO | | | |
| Pregledao | | | | | | | |
| Overio | | | | | | | |
| Razmera: | Naziv: | Umetak | | | Bpoj crteža: | | |

N5 / N7



| | | | | | |
|-------------|------------|--------------------|--------|--|--------------|
| | Č 0545 | | | | |
| Komada | Materijal | Dimenzije | | 1 kom | Ukupno |
| | | | | Masa u kg | Sklop |
| | Datum | Prezime i ime | Potpis | UNIVERZITET U BEOGRADU MAŠINSKI FAKULTET KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO | |
| Konstruisao | 25.10.2016 | Vukša Radovan | | | |
| Pregledao | | | | | |
| Overio | | | | | |
| Razmera: | Naziv: | Mali umetak | | | Bpoj crteža: |



| Poz. | Naziv | Kol. | Materijal | Standard |
|------|------------------------------------|------|-----------|----------|
| 32. | Ploča za potiskivanje izbacivača | 1 | | |
| 31. | Mali pneumatski cilindar | 1 | Č 5432 | |
| 30. | Zavrtnj M10x16 | 1 | | |
| 29. | Ploča za držanje manjeg cilindra | 1 | Č 5432 | |
| 28. | Navrtka M4 | 2 | | |
| 27. | Veliki pneumatski cilindar | 1 | Č 0545 | |
| 26. | Zavrtnj M8x12 | 2 | Č 1630 | |
| 25. | Ploča za držanje cilindra | 1 | | |
| 24. | Mali umetak | 1 | 8.8 | |
| 23. | Veliki umetak | 1 | Č 0545 | |
| 22. | Konektor za crevo | 4 | Č 0370 | |
| 21. | Čivija 8x30 | 4 | 4.8 | |
| 20. | Ulivnik | 1 | Č 0645 | |
| 19. | Zavrtnj M14x130 | 6 | 5.8 | |
| 18. | Vodeća ploča | 1 | | |
| 17. | Gornja ploča | 1 | Č 0370 | |
| 16. | Ploča za donji deo kalupa | 1 | Č 0370 | |
| 15. | Ploča za gornji deo kalupa | 1 | Č 4830 | |
| 14. | Stub | 4 | Č 4830 | |
| 13. | Zavrtnj M14x25 | 6 | 4.8 | |
| 12. | Osnovna ploča | 1 | Č 0545 | |
| 11. | Medju ploča | 1 | | |
| 10. | Stub za vodjenje donjeg dela alata | 4 | Č 4830 | |
| 9. | Ploča za oslanjanje izbacivača | 1 | Č 0545 | |
| 8. | Prsten za ulivanje | 1 | Č 0561 | |
| 7. | Stub za vodjenje | 4 | 8.8 | |
| 6. | Zavrtnj M6 | 4 | 8.8 | |
| 5. | Brizgaljka | 1 | | |
| 4. | Izbacivač | 5 | Č 0545 | |
| 3. | Gornji deo kalupa | 1 | Č 0561 | |
| 2. | Donji deo kalupa | 1 | Č 4830 | |
| 1. | Telo pumpice (odlivak) | 1 | PE | |

| | | | | | | | |
|-------------|------------|---------------|--------|--|--------------|-------|------|
| Č 0545 | | Dimenzije | | 1 kom | Ukupno | Sklop | Poz. |
| Komada | Materijal | | | Masa u kg | | | |
| Konstruisao | Datum | Prezime i ime | Potpis | UNIVERZITET U BEOGRADU MAŠINSKI FAKULTET KATEDRA ZA PROIZVODNO MAŠINSTVO | | | |
| Pregledao | 25.10.2016 | Vukša Radovan | | | | | |
| Overio | | | | | | | |
| Razmera: | Naziv: | Sklopni crtez | | | Bpoj crteža: | | |