

Факултет инжењерских наука, Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Заварене и ливене конструкције

Број индекса: 407/2017

Андреја П. Миловановић

**Конструисање алата за ливење игле
риболовачког пловка
мастер рад**

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Иван Милетић, доцент- ментор

2. _____

3. _____

**Датум
одбране: _____**

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да изврши теоретско разматрање о пластичним масама као и о самим процесима прераде пластичних маса. На основу теоријских разматрања потребно је да изврши процену техничког задатка конкретног дела игле риболовачког пловка и да на основу тога изради алат за овај део. Сам алат је потребно да кандидат анализира као и да верификује конструисани алат.

Препоручена литература:

- [1.] Недић Б., Ђукић В., *„Пластичне масе“*, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац, 2004.
- [2.] Величовски Д., Раичевић М., Марковић А., *„Увод у индустрију пластике“*, SIGIT, Крагујевац, 2017.
- [3.] Рајнер Д., (енгл. *Rainer D.*), *„Алати за инјекционо бризгање пластике“*, Хансер Публишер, Минхен.

Крагујевац, март, 2019.

Ментор:

Др Иван Милетић, доцент

Резиме

У овом раду извршено је теоретско разматрање пластичних маса и процеса обраде пластичних маса. Дати су основни процеси прераде пластичних маса и детаљно је описан процес бризгања пластике. Приказан је алат за бризгање пластике са основним елементима и процесима који се унутар њега налазе/одвијају. На основу тога пројектован је алат за израду игле риболовачког пловка и извршено је симулирање процеса убризгавања игле риболовачког пловка.

Кључне речи: *пластичне масе, бризгање, алат, пројектовање, игла, пловак.*

Abstract

In this paper theoretical considerations of plastic masses and processes of processed plastics were carried out. The basic processes are processed plastic mass and detailed description of the process of plastic injection. It is presented for plastic injection mold with basic elements and processes located inside. From that, a tool for manufacturing of a fishing needle was designed and simulated moldflow process for this part.

Keywords: *plastic masses, injection, tool, projecting, needle, fishing.*

Садржај

1.	Увод	1
2.	Теоријска разматрања о пластичним масама и производњи делова	2
2.1.	Пластичне масе	2
2.1.1.	Пуниоци	2
2.1.2.	Адитиви	3
2.1.3.	Везивне материје и врсте полимера	4
2.2.	Технологије прераде пластичних маса	6
2.2.1.	Пресовање	6
2.2.2.	Бризгање	7
2.2.3.	Ливење под притиском	9
2.2.4.	Екструдирање	10
2.2.5.	Дување (екструзионо дување)	11
2.2.6.	Убризгавање (ливење под притиском)	13
2.2.7.	Каландровање	13
2.2.8.	Натапање (ламинација)	14
2.2.9.	Производња вештачких пена	14
2.2.10.	Превлачење металних предмета вештачким материјама	15
2.3.	Процес бризгања пластике	15
2.3.1.	Фаза топљења пластичне масе	16
2.3.2.	Фаза убризгавање пластичне масе у калупну шупљину	16
2.3.3.	Упуњавање и деловање накнадног притиска	18
2.3.4.	Хлађење пластичне масе	18
2.3.5.	Избијање готовог комада	19
2.4.	Алат за бризгање пластике	20
2.4.1.	Непокретна (<i>Cavity</i>) страна алата	22
2.4.2.	Покретна (<i>Core</i>) страна алата	24
2.4.3.	Избијачки систем	30
2.5.	Алат за навоје	31
3.	Конструисање алата игле риболовачког пловка	38
3.1.	Технички задатак и листа захтева	38
3.2.	Конструисање 3D модела игле риболовачког пловка	39
3.3.	Конструисање алата за израду риболовачког пловка	40
3.4.	Симулација процеса бризгања игле риболовачког пловка	43

4.	Израда техничке документације	50
5.	Закључак	51
6.	Литература	53

1. Увод

У оквиру овог мастер рада обрађена је тема израде алата за бризгање пластике на конкретном примеру игле риболовачког пловка. Пластика представља један од најраспрострањенијих материјала данашњице и користи се практично свуда. Производња пластичних маса у свету је у константном расту задњих 70-ак година. Уколико се као полазна година узме 1949. када је произведено око милион тона пластичне масе, добија се константна стопа раста од око 9%. Прогнозира се да ће до краја 2020. бити произведено око 296 милиона тона широко применљивих пластичних маса: полиетилен ниске густине (PE-LD), линеарни полиетилен ниске густине (PE-LLD), полиетилен високе густине (PE-HD), полипропилен (PP), поливинил-хлорид (PVC), полистирен (PS).

Пластика је веома користан материјал из много разлога:

- Корисна је у многим индустријама - грађевина, електроника, индустријски дизајн, саобраћај,
- Веома ју је лако правити,
- Неуништива је. Ова особина пластике је проблем само због људске грешке. Ако се пластика рециклира, природа се неће загађивати, а правиће се огромне уштеде у ресурсима и производњи,
- Лагана је а јака,
- Јефтина је за производњу,
- Обично је неломљива и поседује особине као транспарентност,
- За разлику алуминијумских посуда, на пример, пластичне се могу користити веома дуго,
- Безмирисна је,
- Има органско порекло (нафта),
- Постоје разни видови пластике са различитим особинама,
- Пластика је отпорна на воду и хемикалије и
- За њену производњу се троши мање препарата и енергије него за производњу других материјала.

Сам алат који је конструисан у оквиру овог рада физички је израђен и служи за производњу игле риболовачког пловка. Сама игла је изузетно малих димензија јер се користи за пловак масе 35 g.

Сам рад подељен је у две целине:

- Теоријска разматрања о пластичним масама и производњи делова и
- Конструисање алата за израду риболовачког пловка.

2. Теоријска разматрања о пластичним масама и производњи делова

2.1. Пластичне масе

Пластичне масе су материјали који као основу садрже неки природни или синтетички полимер велике молекулске масе. У пракси се врло ретко користе "чисти" полимери због њихове високе цене. Хемијски елементи који се најчешће користе у производњи пластичних материјала су угљеник, водоник, азот, хлор, сумпор. Ови елементи се могу добити из ваздуха, воде, гаса, нафте, угља, итд. Модификовањем својстава полимера добија се врло широк спектар материјала, чије се особине, које их карактеришу, прилагођавају условима у којима ће се тај материјал користити. Па тако имамо пластичне масе које се могу користити и при температурама од -50°C па све до 450°C . Овакве врсте материјала се једним именом називају пластичне масе.

Све пластичне масе можемо да класификујемо у две групе:

- Термопластичне („тврда пластика“) – имају могућност вишеструке прераде топљењем, а да се при томе не изгубе техничке карактеристике материјала
- Термоеластичне (еластомери - гуме) – могу се само једанпут прерадити топљењем, после тога материјал губи техничке карактеристике.

Пластична маса чистог састава, која је састављена само од полимера који су носиоци структуре, је данас права реткост. Пре свега цена таквог материјала би била веома велика, а још један од разлога је тај што су потребе за чистим полимерима изузетно мале.

Пластичне масе које се данас користе су грађене претежно од:

- Пуниоца (инертни материјал);
- Адитива (материје које побољшавају одређене карактеристике);
- Везивних материја (мономере који су носиоци структуре).

Код великог броја пластичних маса највећи удео у структури имају пуниоци (80-90%), док полимери учествују са свега 10 до 20%. Тиме се знатно смањује цена производње пластичних маса.

2.1.1. Пуниоци

Као што је напоменуто пуниоци заузимају највећи удео у саставу пластичних маса. Разлог томе је што пре свега пуниоци поспешују и побољшавају одређене карактеристике пластичних маса. Поред тога пуниоци у потпуности могу да промене карактеристике материјала. Још једна од улога, која је можда и најзначајнија, је да пуниоци снижавају цену материјала.

Постоји велики број пуниоца који се користе у изградњи пластичних маса, и они су подељени у следеће групе :

- Прашкасти (дрво, кварцно брашно, креда, талк, чађ),
- Влакнасти (стаклена и органска вуна, азбест) и
- Листасти (хартија, тканина, дрвени фурнир).

Прашкасти пуниоци имају улогу да побољшају неке од техничких својстава материјала као што су :

- Повећање отпорности и постојаности на повишеним температурама,
- Смањење запаљивости,
- Смањење процента скупљања и
- Смањење деформације пластичних делова.

Влакнасти пуниоци за разлику од прашкастих имају структуру влакана, која утиче на неке друге карактеристике материјала :

- Повећање затезне чврстоће,
- Повећање отпорности на атмосферске утицаје и
- Повећање стабилности материјала (смањују деформације).

Листасти пуниоци имају улогу, такође, да повећају и побољшају одређене карактеристике материјала, као што су напон на притисак, напон на затезање, отпорност на спољашње факторе.

2.1.2. Адитиви

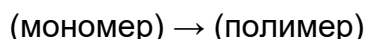
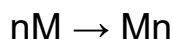
Адитиви су материје које се додају како би материјал добио одређене карактеристике које је иначе овако тешко добити. Неке од тих карактеристика су смањење апсорције влаге, побољшање пластификације, порозност структура (код делова код којих се захтева транспарентност). Најчешће коришћени адитиви који се додају пластичним масама су: пластификатори, стабилизатори, катализатори, боје, супстанце за формирање порозне структуре, итд.

- Пластификатори су супстанце које се додају пластичним масама са циљем повећања пластичности масе на нормалним температурама. Они олакшавају прераду пластичних маса, снижавајући температуру преласка полимера у чврсто стање. Садржај пластификатора у пластичним масама може да износи и до 50% у односу на масу полимера.
- Стабилизатори су супстанце које се додају пластичним масама у циљу спречавања њиховог старења, а тиме продужавају век трајања производа;
- Катализатори су супстанце чијим се коришћењем смањује време очвршћавања пластичне масе, а тиме се постиже да готов производ добије што савршенију структуру и геометрију;

За бојење пластичних маса употребљавају се разни пигменти или органске боје. Садржај ових додатака обично износи 3–5% у односу на масу полимера. Све пластичне масе су претежно црне боје, па је додавање ових адитива неопходно како би готов производ имао неопходну боју. Порозна структура пластичних маса постиже се довођењем полимера у пенасто стање или увођењем у полимер супстанци које развијају гасове услед којих долази до експанзије масе.

2.1.3. Везивне материје и врсте полимера

Везивне материје или мономерни представљају основу сваког полимера. Полимери су сложене органске супстанце које се добијају хемијском синтезом једноставних једињења – мономера. Ова врста хемијске синтезе назива се полимеризација. Полимеризација је један од поступака добијања полимера и представља реакцију добијања полимера из одговарајућих мономера.

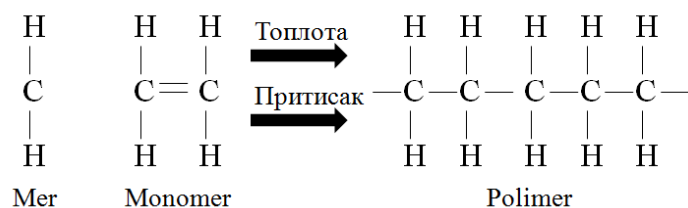


Величина "n" назива се степен полимеризације.

Основни поступци добијања полимера су:

- Полиадиција – реакција раздруживања разноврсних молекула и спајање атома у полимере без излучивања нуспродуката (термопласти – PUR; duroplasti – EP);
- Поликондензација – реакција згушњавања и спајања разноврсних молекула уз излучивање нуспродуката, нпр: вода. Представници ове групе су претежно duroplasti MF; PF; SI; UF; UP; термопласти PA, PC;
- Полимеризација – реакција спајања истих или сличних молекула без нуспродуката, као што су термопласти PE; PP; PS; PVC.

Полимери (слика 1) припадају категорији високомолекуларних једињења, чији се молекули састоје од неколико стотина или неколико хиљада атома међусобно спојених валентним везама. Овако велики молекули називају се макромолекулима. Макромолекули се састоје у највећем броју случајева од великог броја структурних јединица које се вишеструко понављају.



Слика 1. Формирање полимера

Полимери се могу разврстати у више различитих група у зависности од физичких својстава, начина прераде, структуре, итд.

I – Према физичким својствима полимери се деле на: еластомере, влакна и пластичне масе.

- Еластомери – Међу макромолекулима владају мале интермолекуларне привлачне силе. Ради тога имају мали модул еластичности и то од 1 до 10 МПа. На собној температури могу се еластично истегнути најмање до двоструке почетне дужине.

- Влакна – Међу молекулима владају јаке интермолекуларне привлачне силе, јер постоји високи степен усмерене просторне оријентације молекула и висок интензитет кристалне структуре. Модул еластичности влакана износи 10^3 до 10^4 МПа. Већина механичких својстава не зависи од температуре, унутар интервала од -50°C до 150°C .
- Пластичне масе – Пластичне масе имају делимично кристалну структуру, а интермолекуларне силе су средње величине. По својствима заузимају место између влакана и еластомера.

Уопштено, пластичне масе су материјали који се претежно састоје из органске макромолекуларне супстанце, са мало или без додатака. Својства им у великој мери зависе од температуре. Та својства су изражена и у процесу прераде која се врши на одређеној температури и притиску. Ако би се прерада вршила на другачијој температури и својства пластичне масе би, по правилу била.

II – Према начину прераде, полимери се деле на термопластичне и термостабилне.

- Термопластични полимери – При загревању омекшају, тако да се могу прерађивати и обликовати, а након хлађења поново очврсну. Поступак загревања и хлађења може се поновити више пута. Међутим, уколико се прекорачи одређена температура, долази до непожељних хемијских реакција, а тиме и знатне промене својстава полимера. Термопластични полимери имају малу топлотну постојаност и малу тврдоћу, а неки од њих релативно малу отпорност на деловање хемикалија, посебно киселина. Најпознатији полимери ове врсте су: полиетилен, поливинилхлорид, полистирен, полипропилен.
- Термостабилни полимери – Након загревања и хлађења неповратно очврсну у не топлјиви полимер. Ова својства настају као последица хемијских реакција умрежавања која настаје код загревања. Имају већу чврстоћу, тврдоћу и бољу топлотну постојаност него термопластични полимери, а отпорни су према хемикалијама. Најпознатији термостабилни полимери су: епоксиди, фенолформалдехиди, полиестери.

III – С обзиром на структуру полимери могу бити линеарни, разгранати и умрежени.

- Линеарни полимери настају повезивањем мономера у један константан низ или ланац, тако да је сваки мер повезан само са два суседна мера.
- Разгранати полимери имају на неки од мера на главном ланцу везане краће бочне везе.
- Умрежени полимери имају тродимензионалну просторну структуру. Састоје се од дугачких ланаца који су међусобно повезани краћим попречним везама.
- Један макромолекул може бити изграђен од једног или више врста мономера. Дакле, полимери се могу поделити на две основне групе:
- хомополимери који су изграђени само од једне врсте мономера. Типичан представник ове групе је полиетилен;

- кополимери који су изграђени од две или више врста мономера. Типичан представник ове групе је поливинилхлорид.

Данас се користи веома велики број полимерних материјала (преко 10 000 комерцијалних), са масеним уделом 80%, доминира група од четири "масовна" пластомера: PE, PP, PS и PVC.

IV – У зависности од оријентисаности влакана (макромолекула)

Једна од најважнијих подела пластичних маса је у зависности од оријентисаности влакана, јер сама оријентисаност истих утиче на особине пластичне масе. Пластичне масе могу имати аморфну или кристалну структуру. У случају аморфне структуре, макромолекули су међусобно хаотично распоређени, односно нема никакве геометријске правилности у њиховом простирању. За разлику од аморфне структуре, материјали који имају кристализациону структуру имају делимично уређене макромолекуле, односно простирање влакана има геометријску правилност.

2.2. Технологије прераде пластичних маса

Полимери се израђују у облику праха, љуспица, гранула, зрнаца или смоле, а њихова прерада у готове производе изводи се процесима обраде као што су:

- Пресовање (обично, посредно, инјекционо),
- Екструдирање (фолија, цеви, трака и плоча),
- Екструзионо бризгање,
- Екструзионо дување шупљих тела,
- Каландровање,
- Натапање (ламинација),
- Производња вештачких пена и
- Превлачење металних предмета вештачким материјама.

2.2.1. Пресовање

Израда делова од пластичних маса пресовањем врши се у алатима (калупима) за пресовање, који имају једно или неколико профилисаних удубљења са контуром која одговара облику дела. Удубљења алата се испуњавају пластичном масом (у чврстом или растопљеном стању) и под дејством топлоте и притиска изводи се обликовање дела. Основни поступци израде делова од пластичних маса у алатима за пресовање су:

- Компресионо пресовање,
- Посредно пресовање и
- Инјекционо пресовање (пресовање бризгањем и ливење под притиском).

Прва два начина пресовања претежно се примењују код израде делова од термореактивних пластичних маса (тзв. дуропласта који се не могу топити), док се ливењем под притиском најчешће израђују делови од термопластичних маса (термопласти).

Компресионо (обично) пресовање је најпростији поступак израде делова од дуропласта применом алата и калупа за пресовање и широко се примењује у пракси. Процес обичног пресовања се изводи на хидрауличној преси у дводелном алату и састоји се из следећих фаза рада:

- Пуњење удубљења предходно загрејаног алата пластичном масом,
- Затварање алата и извођења пресовања, при чему материјал омекшава под дејством топлоте и притиска и попуњава удубљења алата, а затим у току одређеног времена очвршћава и
- Отварање алата и избацивање готовог дела (отпреска) из њега.

Удубљење алата може се пунити зрнастом пластичном масом или претходно пресованим комадима (таблете, брикети). Обичним пресовањем могу се израђивати делови свих величина и свих врста пластичних маса за пресовање, осим делова са дубоким отворима малог пречника, као и делови са арматуром мале чврстоће, која се под дејством притиска материјала може деформисати.

Овај начин пресовања изводи се помоћу алата који имају одвојену комору за пуњење од удубљења алата у коме се врши обликовање дела. Процес пресовања се састоји из следећих фаза:

- Пуњење коморе материјалом, који се у њој загрева и омекшава,
- Потискивање растопљеног материјала из коморе за пуњење, преко уливних канала ка
- Гравури алата,
- Враћање потискивача, отварање алата и избацивање готовог дела и
- Затварање алата и извођење следећег циклуса.

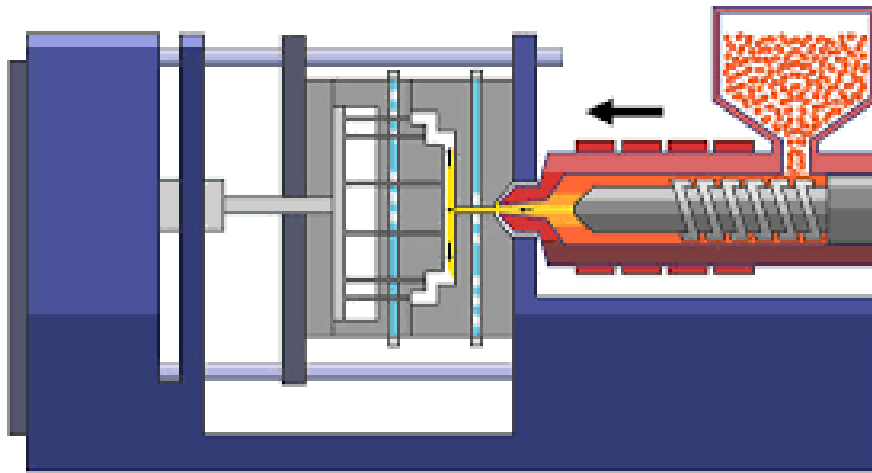
2.2.2. Бризгање

Бризгање је са економског аспекта најзначајнији поступак прераде термопласта. Главне предности убизгавања су у уштеди материјала, мањем времену израде и мањем потребном простору за производњу. И поред великих трошкова за набавку опреме (машина и алата) овај поступак даје велике предности код серија од само неколико хиљада комада.

- Предности овог поступка су:
- тачност димензија и облика предмета, као и велику могућност обликовања предмета,
- производност са чистом и глатком површином у било којој боји,
- широке могућности дораде, обраде и оплемењивања површине,
- брза производња великих серија,
- велике могућности искоришћавања материјала.

Као највећа предност овог поступка сматра се чињеница да ови производи по својим димензијама одговарају алату. Дакле, све димензије се могу одредити тачно. Бризгање је нарочито подесно за велике серије и може се у многим случајевима аутоматизовати. Да би термопласт био погодан за прераду бризгањем, он мора да постане течан при одређеној температури, да се може

бризгати у алату деловањем притиска и да при томе испуни контуру алата. Термопласт мора да задржи течљивост у извесном времену, а да при томе не дође до хемијског распада, испаравања, умрежавања итд.



Слика 2. Шематски приказ пуњења алата

Машине за бризгање раде периодично, процес није континуалан. Сировина из уливног левка се пластификује у грјном цилиндру и из овог убизгава помоћу потисног уређаја у виду клипа или потисног пужа у алат где се обликује. Растопина испуњава шупљину алата, очврсне у њему и најзад се као готов део изводи из алата. Ток обликовања, који на први поглед изгледа врло једноставно, зависи од многих услова прераде, који знатно утичу на коначни резултат обликованог производа. Врло је важно довести у склад термопласт, алат и машину да би коначни производи имали велику употребну вредност. Зато је у наставку дат преглед параметара који утичу на поступак бризгања.

- **Притисак бризгања:** притисак убризгавања зависи од врсте термопласта, димензија алата и величини одређених поступком ињекционог бризгања. На потребни притисак бризгања утичу дужина и ширина алата, дебљина дела и димензије ушћа. Са порастом дужине и ширине алата расте и притисак бризгања. Смањење дебљине отпреска и пресека ушћа доводи до повећања потребног притиска бризгања. Повећање температуре термопласта захтева веће притиске бризгања, док повишена температура алата незнатно смањује притисак бризгања.
- **Температура бризгања:** један од најважнијих проблема при бризгању термопласта представља једнолико загревање материјала. Чим је запремина цилиндра већа, то треба више топлоте довести маси. Проводљивост топлоте гранулата је слаба. Ради тога ће материјал који је ближи зиду цилиндра у једном тренутку бити прегрејан. Проблем је тежи што је већи предмет који треба бризгати. Код клипних машина за бризгање овај проблем је нарочито изражен. Усавршавањем машина за бризгање дошло се до машина са потисним пужем. Окретањем пужа врши се мешање гранулата, тако да се постиже ефекат једноликог загревања. Температура се одређује према врсти термопласта, машини, односно пута

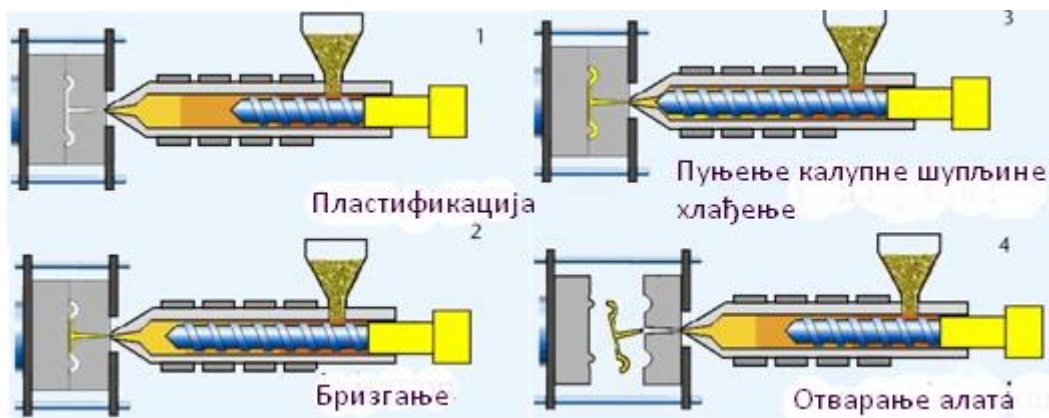
течења према дебљини зида, као и према томе колико је искоришћен капацитет машине. При истој температури масе тешко течљив термопласт очврсне у краћем времену хлађења, него лако течљив. Течљивост материјала је у суштини зависна од температуре масе, притиска бризгања и температуре алата. Танки зидови изискују вишу температуру, јер сувише ниска температура води ка оријентисаним напонима производа. Међутим, треба водити рачуна да сувише висока температура не доведе до термичког оштећења материјала. Већа температура масе утиче на веће скупљање дела, али се деформациона разлика смањује, а механичке особине повећавају.

- Брзина бризгања; брзина бризгања је брзина којом се креће пужни клип напред. Од те брзине зависи количина масе која у секунди изађе из млазнице, односно уђе у алат. Брзина бризгања је функција температуре термопласта, притиска бризгања и масе отпреска. Бира се тако да се калупна шупљина испуни још при пластичном стању термопласта. Код производа са танким зидовима бира се већа брзина бризгања. Тиме се ограничава оријентација течења, а температура масе изједначава. Сувише велике брзине бризгања могу негативно утицати на квалитет, механичке особине, изгорелост и листање.
- Накнадни притисак: накнадни притисак делује на крају фазе бризгања. Укључује се пре краја потпуног испуњења алата да би се избегле евентуалне нетачности при дозирању. Накнадни притисак се бира да део покаже што мање улегнуће, јер у супротном би био непотребно оптерећен унутрашњим напрезањем. Накнадни притисак има нарочиту важност код производа са дебелим зидовима. Време деловања накнадног притиска се одређује искуствено и оправдано је рећи да је време трајања накнадног притиска време хлађења уливног система.

2.2.3. Ливење под притиском

Ливење под притиском (ињекционо пресовање) је слично посредном пресовању. Изводи се одговарајућим алатима на специјалним машинама за ињекционо пресовање. Примењује се углавном за пресовање термопласта, мада су последњих година развијене и машине за ињекционо пресовање дуропласта. Процес ињекционог пресовања (слика 3) састоји се од следећих фаза:

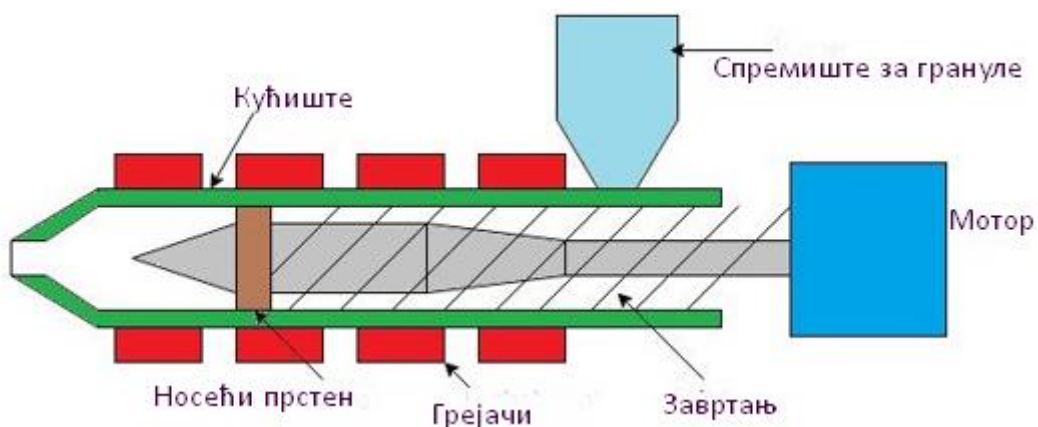
- материјал за пресовање дозира се у бункер машине, одакле се посредством уређаја за дозирање доводи у цилиндар који се загрева посебним грејачем,
- у цилиндру се материјал топи и под притиском клипа (или пужног ваљка) потискује, преко бризгалке машине, уливне чауре и уливних канала у алат,
- пошто је температура алата нижа од температуре материјала, већ у току процеса попуњавања удубљења алата долази до наглог хлађења и очвршћавања материјала дела. После одређеног времена алат се отвара и отпресак избацује из њега.



Слика 3. Шема поступка ињекционог пресовања

2.2.4. Екструдирање

Екструдирање је континуалан поступак прераде пластичних маса. Овим поступком пластична маса, као полазна сировина, у праху или најчешће гранулату убацује се путем левка у цилиндар машине у којој је смештен један или више пужева, који транспортују, а под утицајем доведене топлоте преводје је у течно стање. Дејством погона за обртање пужа, као и савлађивањем отпора који настају транспортовањем растопљене пластичне масе, кроз отворе између пужа и цилиндра, маса се пластифицира, хомогенизира и на крају у алату машине формира се у жељени облик. Ова машина у којој се одвија поменути процес зове се екструдер. Екструдирање или истискивање, примењује се за прераду пластичних маса на посебним машинама – екструдерима (слика 4). Маса за прераду се сипа кроз левак у цилиндар, захвата пужем и услед топлоте се стапа, односно она се гура према глави која у себи садрже сита кроз која се истискује пластична маса. На овај начин израђују се цеви, траке, профили.

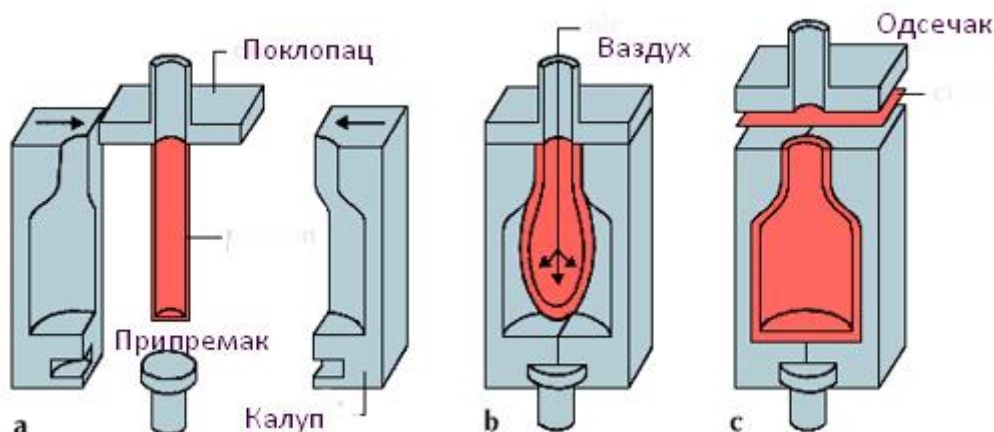


Слика 4. Шема поступка екструдирања пластичних маса

Променом главе екструдера могу се на једној машини израђивати више облика производа пластичних маса у континуитету. Основни параметри процеса израде су температура загревања и брзина кретања пужа која зависи од врсте пластичне масе.

2.2.5. Дување (екструзионо дување)

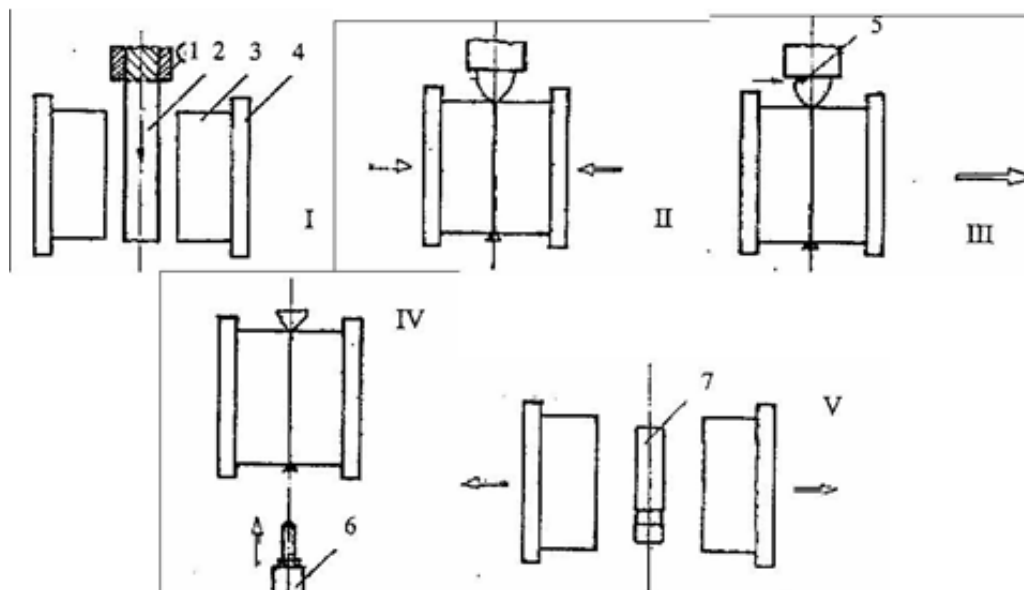
Користи се за израду танкозидних судова од пластике (боца, пластичних канти и сл.). Најпре се у загрејани екструдер (1) сипа гранулат тако да се на излазу формира меко црево (3). Оно се уводи у отворени дводелни калуп (2), калуп се потом затвара и у црево доводи загрејани ваздух под притиском кроз цевчицу (4). Тако се пласика потискује уз зидове калупа попримајући његов унтрашњи облик.



Слика 5. Дување боца из екструдираниог црева:

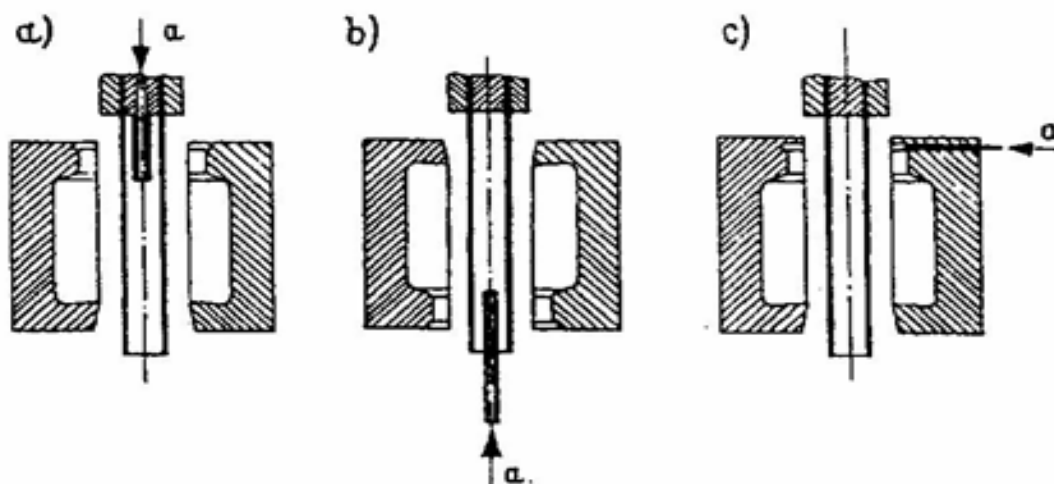
У екструдеру или преси за ливење термопласт се загревањем доводи до течног стања, а затим се преко коленасте главе вертикално на доле бризга у облику црева. Дводелни отворени алат (калуп) обухвата одређену дужину црева, затвара уз истовремено удувавање ваздуха под притиском кроз танку цев или иглу, која пролази грло шупљег тела. На овај начин ваздух под притиском шири црево и сабија са уз хладне зидове калупа. Након хлађења алат се отвара и готов производ се вади из алата. Екструзионо дување се може посматрати као двокорачни процес. Први корак обухвата производњу полупроизвода екструдирањем, а други корак дување у коначни облик и хлађење готовог производа у алату. Као полупроизвод се користи епрувета добијена при сталној екструзији. У специјалним случајевима су корисније екструзионе фолије са широким разрезом, или пар фолија. Технологија производње шупљих тела техником дувања је подељена у две велике области. Прва садржи производњу шупљих тела до 5 l запремине или око 0,5 kg тежине, друга производњу већих и тежих тела. За обе области познати процеси омогућују израду шупљих тела запремине између неколико милилитара и 2000 l, односно тежине између неколико грама и 72 kg. У области до 5 l запремине користи се екструзија са измичућим агрегатом за дување (компресором), циркулационим делом (са климајућим екструдером), транспортом полупроизвода или двостраничним системом са покретним (повлачење и извлачење) алатом за дување. Користе се и двостранични системи са скретницом. Данас се најчешће користе уређаји са више глава и компјутерски управљањем трна за уравнотежење дувнотехнички условљене разлике у дебљини зида у правцу осе и коректуре дужине за изјадначење дебљине зида на обиму, код дувнотехнички неповољних пресека. Полупроизвод (црево) је одвојено или испод дизне или кроз систем за сечење са хладним или врелим ножем. Неопходна брзина ножа при овом процесу износи

преко 4 m/s. На неким системима транспортују се међусобно ланчано повезана шупља тела. Упрошћен приказ процеса дат је на слици 6. Кретања покретних делова машине за дување, као и међусобни положај тих делова се разликују од машине до машине, зависно од њене концепције.



Слика 6. Фазе процеса дувања, 1-дизна; 2-епрувета (чарапа, црево); 3-алат; 4-основна плоча; 5-нож за сечење; 6-дуваљка; 7-готов производ

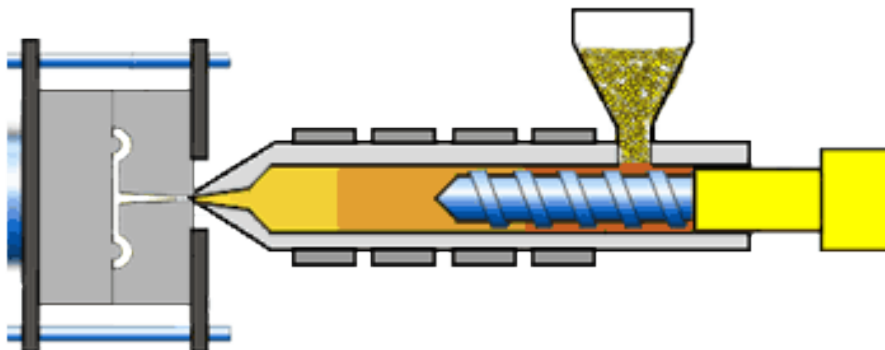
По екструдирању полупроизвода (фаза I) затвара се алат (фаза II) и ножем се сече полупроизвод (фаза III), да би се затим алат померио ка дуваљци и дуваљка пришла алату (фаза IV). Након дувања и хлађења пластике у алату, алат се отвара и одваја готов производ (фаза V). Постоје три могућности за удубавање ваздуха: аксијално – одозго, са стране и аксијално – одоздо



Слика 7. Довођење ваздуха а-аксијално одозго; б-аксијално одоздо; ц-са стране

2.2.6. Убризгавање (ливење под притиском)

Процес убризгавања изводи се на аутоматским машинама за убризгавање. Шема убризгавања дата је на слици 8.



Слика 8. *Схема поступка убризгавања пластичних маса*

Маса за прераду у облику зрна, гранула или прашка у одговарајућем саставу и количини сипа се кроз левак у цилиндар, где се греје и стапа се, а затим се клипом та растопљена маса гура према калупу који има нижу температуру, услед чега се пластична маса брзо хлади и очвршћава. Снижење температуре калупа изводи се расхладним средствима преко одговарајућих канала.

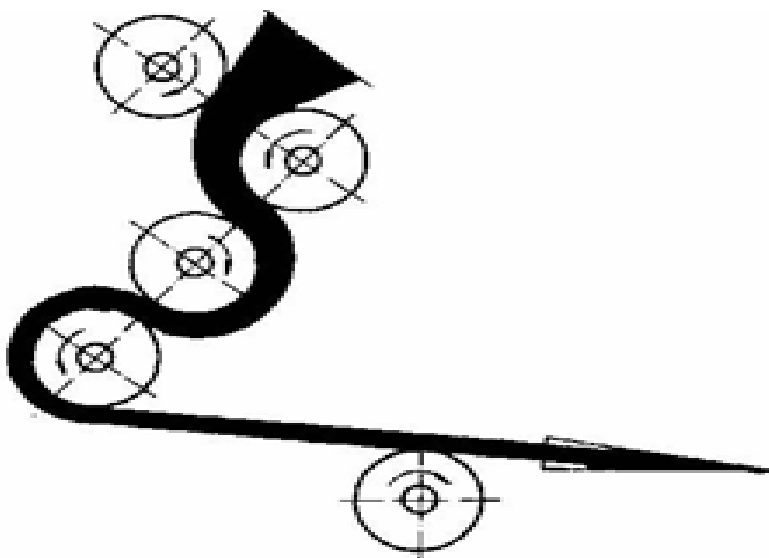
2.2.7. Каландровање

Каландровање је слично ваљању метала. Примењује се за добијање танких фолија. Суштина поступка је у вишеструком пропуштању фабриката кроз загрејане ваљке, тако да се дебљина стално смањује. Каландровањем се добија фолија дебљине од 0,04 до 3 mm. Поступак каландровања се изводи помоћу машине која се назива каландер. Производња на каландеру је континуална и користи се у масовној производњи, када је потребно производити велике количине. Три основне врсте каландера су каландери за:

- Извлачење фолија,
- Пеглање и
- Утискивање дезена.

Каландер за извлачење фолија преводи измешани и хомогено пластифицирани материјал у танке фолије бесконачне дужине. Каландер се састоји од три, односно четири цилиндрична ваљка, паралелно постављених са супротним смером обртања. Врућа маса се континуалано додаје између прва два ваљка каландера, истискује у размак између другог и трећег, а затим трећег и четвртог, при чему се дебљина изједначава и површина полира. Иза ваљка се налазе уређај за хлађење, мерење, обрезивање и намотавање готових фолија. Управљање процесом производње фолија захтева усклађивање различитих операција, посебно у погледу састава, температуре, брзине, капацитета итд. На каландеру се најчешће прерађују омекшани и тврди поливинил хлорид. Каландер за пеглање се користи за добијање глатких површина фолија и плоча, добијених екструзијом. Уређај се састоји од 3 паралелно постављена ваљка са полираним

површинама. Растојање ваљака се прецизно регулише. Каландер за дезенирање утискивањем састоји се од гравирног ваљка и контра ваљка са еластичном површином (обично гума или пресовани папир). Дезенирање утискивањем врши се у пластичном стању. Материјал се одмах хлади да би се спречила деформација дезена.



Слика 9. Шематски приказ каландровања

2.2.8. Натапање (ламинација)

Процес натапања се састоји у натапању листова хартије или текстила пластичном масом. Овако натопљени листови слажу се један на други, у броју зависно од жељене дебљине, а затим се у пакету излажу високој температури и високом притиску (око 100 daN/cm²), чиме долази до међусобног спајања листова. Поред наведених процеса добијања пластичних маса у пракси су у примени:

- Облагање каблова и жица;
- Екструзија фолија и филмова;
- Облагање путем наношења превлака;
- Синтеровање прахом - облагање прахом;
- Екструзија влакана.

2.2.9. Производња вештачких пена

Вештачке пене састоје се од великог броја релативно малих, овалних, гасом испуњених ћелија. Међусобно се разликују с обзиром на физичке особине, као што су: специфична тежина, тврдоћа, флексибилност, пропустљивост гаса и пара, упијање воде, постојаност према разним хемијским агенсима, термоизолациона и изолациона својства звука итд. Од ових особина, у највећој мери зависи област примене споменутих материјала у пракси. Три основна начина производње пенушавих синтетичких материјала су:

- Мешање вештачких материја са течном пеном,
- Надувавање физичким путем и
- Надувавање хемијским средствима.

2.2.10. Превлачење металних предмета вештачким материјама

Превлачење металних и других предмета вештачким материјама може се вршити:

- Потапањем у флуидизирани прах вештачких материја,
- Распршивањем хладног праха вештачке материје на предгрејани предмет,
- Пламеним распршивањем праха помоћу пиштоља за металзирање,
- Распршивањем или наношењем течне дисперзије или раствора полимера и
- Потапањем у течну дисперзију.

Површина предмета која се облаже мора да буде равна, без рупа или шупљина у којима би могао да заостане ваздух. Она не сме да буде масна. Опрема која је потребна за превлачење предмета вештачким материјама састоји се од пећи за предгревање и растапање унутар којих се налази транспортер или уређај за вешање металних предмета. На њега се наноси прах вештачке материје, а у другој пећи врши се растапање. За процес екструзије данас се искључиво користе термопластичне масе. Оне могу да, под утицајем температуре, претрпе перманентно деформисање без промене физичких и хемијских особина. Способност деформисања облика, под утицајем топлоте, и враћања у првобитно стање је основна особина термопластичних маса.

2.3. Процес бризгања пластике

Уопштено говорећи, комплетан процес бризгања се састоји од пет основних фаза које су међусобно повезане. На сваку од фаза утиче више фактора који у већој или мањој мери утичу на коначан изглед, геометрију и квалитет пластичног дела. Сваки од ових фактора има своје време трајања, које утиче на коначно време трајања циклуса бризгања. Основне фазе процеса бризгања су, (слика 11):

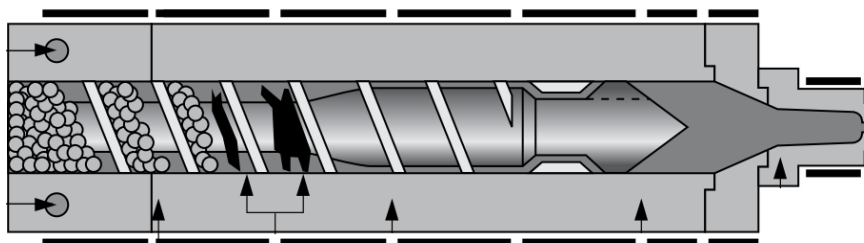
- Топљење пластичне масе;
- Убризгавање пластичне масе у калупну шупљину;
- Упуњавање и деловање накнадног притиска;
- Хлађење пластичне масе;
- Избијање готовог комада;



Слика 10. Комплетан циклус бризгања

2.3.1. Фаза топљења пластичне масе

Неопходно је пластичну масу из чврстог стања превести у течну. То се постиже топљењем пластичне масе, слика 12. У току процеса топљења пластичне масе најважнију улогу има температура топљења пластике. У зависности од врсте материјала зависе и температуре топљења истог, па тако имамо распон топљења материјала од 170°C па све до 330° C. За сваки материјал постоји температурни опсег у којем се материјал топи. Тај температурни опсег даје произвођач материјала.



Слика 11. Фаза топљења пластичне масе

Битно је нагласити да температура материјала у великој мери може утицати на коначан квалитет и изглед готовог производа. Да би се избегла деградација и прегоривање материјала неопходно је поштовати препоручене температуре. До деградације и прегоривања материјала може доћи и ако се материјал дужи временски период задржава у цилиндру.

2.3.2. Фаза убризгавања пластичне масе у калупну шупљину

Након фазе топљења пластичне масе, следи фаза убризгавања у калупну шупљину. Како је већ речено, пластичан комад добија коначан изглед и форму тако што растопљена пластична маса попуни и преузме облик какав има калупна шупљина. Сваки од тих фактора у већој или мањој мери утиче на коначан изглед и структуру пластичног дела. У току фазе убризгавања пластичне масе, имамо следеће факторе:

- количина пластичне масе која се убризгава;
- притисак под којим се маса убризгава;
- брзина при којој се маса убризгава;
- време убризгавања;

Под количином пластичне масе која се убризгава, подразумева се маса која попуњава калупну шупљину. Количина убризгане пластичне масе не утиче толико на структуру пластичног дела, колико на његову геометрију и изглед. У случају да се у калупну шупљину не убризга довољна количина пластичне масе, пластичан део неће добити коначан облик. У случају да се у калупну шупљину убризгава већа количина масе него што је потребно, доћиће до појаве пучне, односно изливања материјала ван калупних шупљина. У том случају неопходно је смањити дозу масе која се убризгава. Још један од фактора које је битно контролисати а који може утицати на појаву изливања масе је и сила затварања калупа. Сила затварања алата представља силу којом машина, на којој се алат налази, делује на алат, у тренутку када се у алат убризгава растопљена пластична маса. Повећавањем силе затварања алата смањује се могућност појаве преливања пластичне масе. Међутим, применом прекомерне вредности силе затварања може доћи до оштећења алата. Из тог разлога је неопходно бити обазрив са величином силе затварања. Још један од битних фактора који у великој мери може утицати на геометрију и састав пластичног дела је и притисак бризгања. Овај фактор представља притисак под којим се растопљења пластична маса убризгава у калупну шупљину. Јачина притиска зависи од сложености дела који се бризга. Такође је битно нагласити да јачина притиска бризгања зависи у највећој мери и од димензије дела. Код делова који су плочастог облика, сложене геометрије потребан је знатно већи притисак бризгања. Поред притиска убризгавања, велики утицај на структуру и геометрију дела има и брзина убризгавања. Брзина убризгавања представља фактор преко којег се контролише којом брзином ће се пластична маса убризгати у калупну шупљину. Брзина убризгавања пластичне масе одређује се такође према геометрији дела. Брзина убризгавања мора бити таква да се спречи захлађивање пластичне масе која, се убризгава а опет са друге стране, се мора водити рачуна да се не претера са брзином, јер у том случају се могу појавити флеке на деловима. Код делова изразито сложене геометрије, примењује се профилисана брзина убризгавања. Брзине могу бити постепено опадајуће како се процес убризгавања ближи крају, или постепено у порасту. Постоји и могућност подешавања тако да брзина убризгавања у старту буде мања, затим се повећава а онда при крају опет опада. Споро убризгавање на почетку фазе бризгања је из естетских разлога, како би се спречиле неправилности око улива. Мања брзина бризгања при крају фазе попуњавања осигурава стабилнији прелазак на фазу деловања накнадног притиска. Ови профили, као што је напоменуто, у великој мери зависе од геометрије и сложености дела који се бризга. Време бризгања је још један од кључних фактора у укупном времену трајања циклуса. Време бризгања је фактор преко којег се утиче на пормене других фактора (довде је реченица слабо јасна) као што су брзина убризгавања, притисак бризгања, количина масе која се убризгава. Контролисањем ових фактора, променом њихових вредности, непосредно се мења и време убризгавања. Време

убризгавања представља један од фактора који показује да ли је циклус бризгања адекватан, односно валидан. Наиме, време бризгања пластичних делова може се узети као показатељ квалитета циклуса. Претежно се време убризгавања креће у границама од 1 до 5 секунди, у зависности од величине дела и његове геометрије. У случају да су времена бризгања већа од наведених вредности, то је показатељ да постоје одређене потешкоће у самом процесу бризгања. Потешкоће могу представљати лоша конструкција алата, што изазива појаву флека на делу, лош одабир места и начина уливања, величина и тип уливка. Такође на време убризгавања може да утиче и стање пресе на којој се бризгање врши, односно у случају да преса није у стању које је адекватно за њено коришћење, могу се јавити проблеми током процеса бризгања.

2.3.3. Упуњавање и деловање накнадног притиска

Након постављања параметара који се тичу топљења масе, брзина, притисака, количине масе, почиње процес упуњавања калупне шупљине. Упуњавање калупне шупљине је један од сложених процеса током којег се јавља велики број хемијских реакција. При контакту растопљене масе са челиком од којег је израђен алат за бризгање, истог тренутка долази до хлађења растопљене пластичне масе. Из тог разлога, неопходно је да се алат, како је већ напоменуто, темперира. Односно алат за бризгање пластике се прикључује на уређаје за регулацију температуре, чиме се алат одржава на константној температури како би се спречило или делимично успорило хлађење пластичне масе. Након упуњавања калупне шупљине пластичном масом до неких 90%, укључује се фаза деловања накнадног притиска. Накнадни притисак је притисак који делује након упуњавања гнезда пластичном масом, и његова улога је да пре коначног хлађења пластичне масе додатно делује на пластичну масу како би она заузела коначан облик калупне шупљине. Накнадни притисак је још један од фактора који директно утиче на време трајања једног циклуса бризгања. Накнадни притисак се дефинише временом деловања и притиском којим се делује на пластичну масу.

2.3.4. Хлађење пластичне масе

Након упуњавања калупне шупљине пластичном масом следи фаза хлађења. Хлађење пластичне масе је један од најкомплекснијих процеса, јер је одређивање времена хлађења изузетно сложен процес. За време хлађења, растопљена пластична маса прелази у чврсто стање и тако задржава облик калупне шупљине. Време хлађења зависи од доста фактора као што су конструкција алата за бризгање пластике, односно величина, број и распоред канала за темперирање, дебљина зида пластичног дела, врста материјала од које се пластични делови производе. Постоји доста начина прорачуна времена трајања фазе хлађења пластичне масе. Један од прорачуна је представљен следећим обрасцем:

$$t_{\min} = t_c = \frac{h^2}{\alpha \pi^2} \ln \left| \frac{4}{\pi} \left(\frac{T_M - T_W}{T_E - T_W} \right) \right|$$

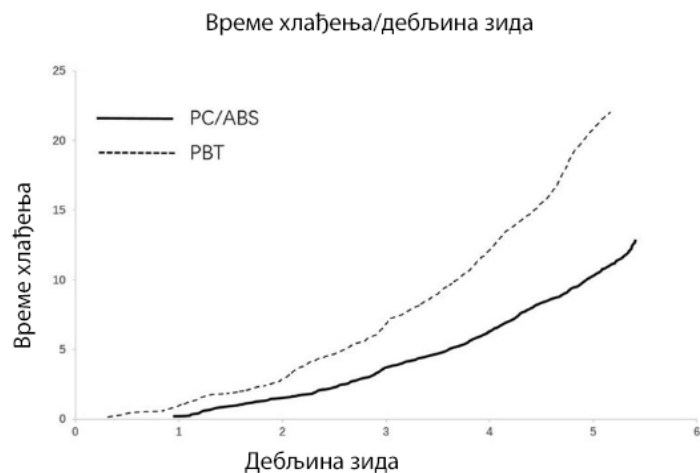
α – термална дифузија;

h – дебљина дела;

T_w – температура зида у алату;

T_m – температура растопљене пластичне масе;

T_e – температуре дела при избијању.



Слика 12. Зависност времена хлађења од дебљине зида

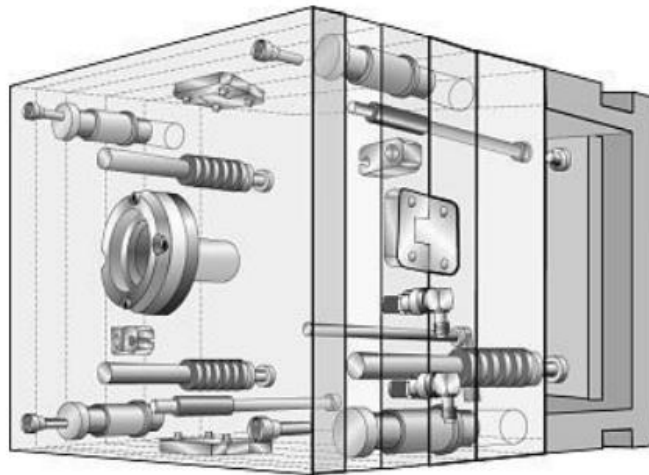
Опште посматрано процес хлађења представља од 40% до 60% укупног времена трајања једног циклуса.

2.3.5. Избијање готовог комада

Последњи од фактора који утичу на време трајања циклуса бризгања је време (брзина) отварања и затварања алата као и избијање пластичног дела из алата. У зависности од конструкције алата и његове сложености зависи и брзина отварања алата. Код алата који имају клизаче који се отварају механички (уз помоћ вођица), мора се водити рачуна приликом отварања алата да не би дошло до лома алата, па се из тог разлога на машини поставља профилни услов отварања и затварања. При отварању алат иде полако, затим постепено убрзава док не дође до одвајања покретне и непокретне стране алата. При затварању алата, најпре се затвара највећом брзином до тренутка блиског приласка покретне стране алата непокретној, након чега наступа успоравање и полако затварање. Код избијања пластичног дела мора се водити рачуна о сили и брзини избијања. У случају да је сила избијања или брзина којом избијачи делују на пластичан комад, који се још увек налази у алату велика може доћи дотрајног оштећења пластичног дела. Поред тога може доћи и до лома пластичног дела, што може изазвати остајање пластичних делова у калупној шупљини, чије је касније избијање и вађење ризично јер може проузроковати оштећење калупних шупљина. Такође оваквим начином рада алата, када се не води рачуна о брзини и сили којом делују избијачи, може доћи и до оштећења алата за бризгање пластике, чиме му се смањује животни век и функционалност. Како би се спречило да дође до лома и оштећења избијача а тиме и алата, неопходно је да сваки алат у себи има уграђене “повратнике”, односно избијаче који обезбеђују правилан положај избијачког система.

2.4. Алат за бризгање пластике

Функција алата за бризгање пластике је да прихвати истопљену пластичну масу из система за топљење, а затим кроз своје канале спроведе растопљену масу до калупне шупљине. Истопљена пластична маса попуњава калупну шупљину. Каналима за хлађење растопљена пластична маса се хлади до тренутка када је могуће њено избијање из алата. Када се довољно охлади долази до отварања алата и избијања комада. Саставни део сваког процеса бризгања пластике представља алат за бризгање пластике, пример како изгледа алат приказан је на слици 13. Сложеност алата за бризгање пластике зависи од сложености дела који се бризга.



Слика 13. Алат за бризгање пластике

Према сложености алата за бризгање пластике можемо поделити у следеће групе:

- Прости алати;
- Сложени алати;
- Комплексни алати;

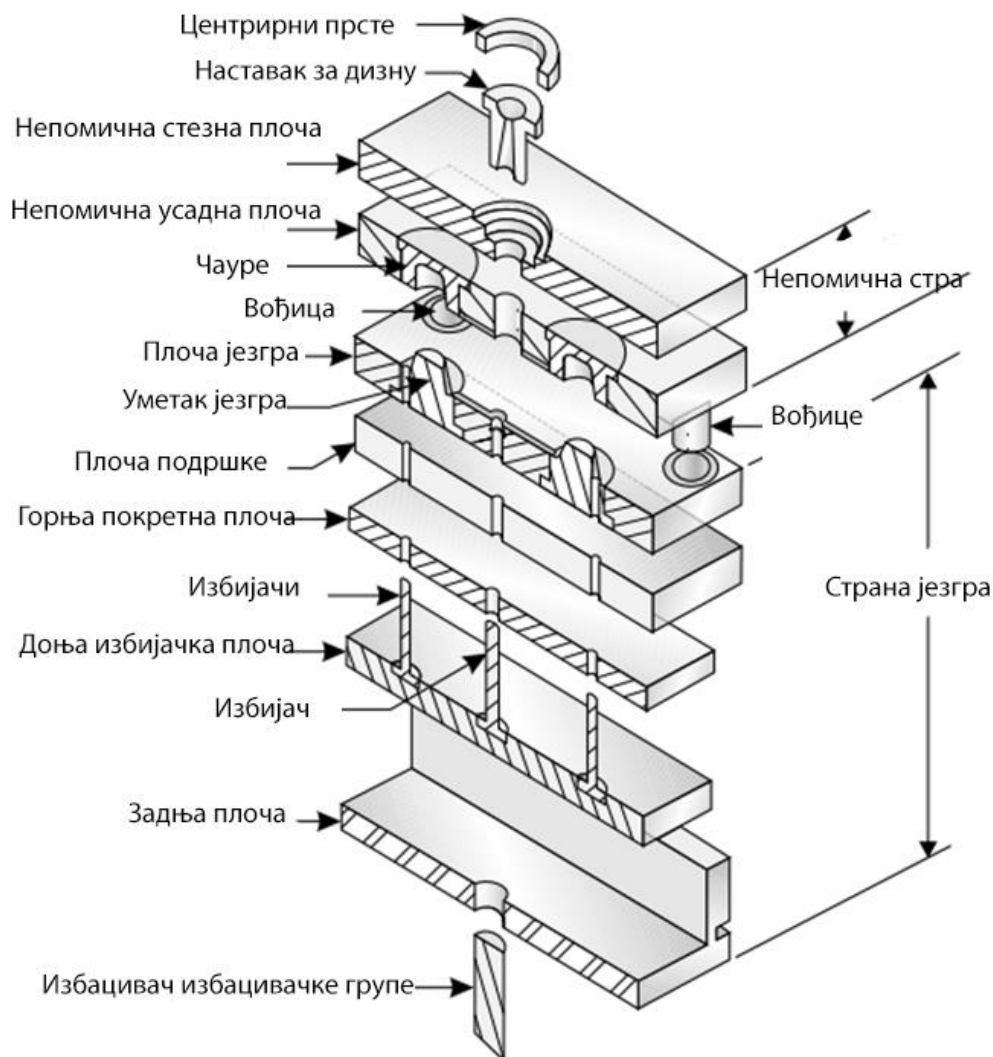
Прости алати представљају групу алата који не садрже никакве додатне елементе. Алати простих геометрија су једноставне конструкције и састоје се само од плоча. Овакви алати имају најчешће једно гнездо.

Алати за бризгање пластике који спадају у групу сложених алата имају поред основних компоненти и додатне елементе. У додатне елементе се обично убрајају клизачи који такође имају улогу у формирању дела. Овакви алати најчешће имају два гнезда.

Комплексни алати се састоје из више додатних елемената, тако да поред клизача могу имати и лифтере (косе клизаче), клизаче са дуплим отварањем, клизаче са хидрауликом. Овакви алати често имају више од два гнезда.

Независно од типа алата, од тога да ли имају додатних елемената, да ли је алат за вертикалну или хоризонталну машину, сваки алат за бризгање пластике се састоји од три групе елемената:

- Елементи који су саставни део непокретне стране алата;
- Елементи који су саставни део покретне стране алата;
- Елементи избијачког система.



Слика 14. Елементи алата за бризгање пластике

Елементи сваког алата за бризгање пластике су, слика 14.:

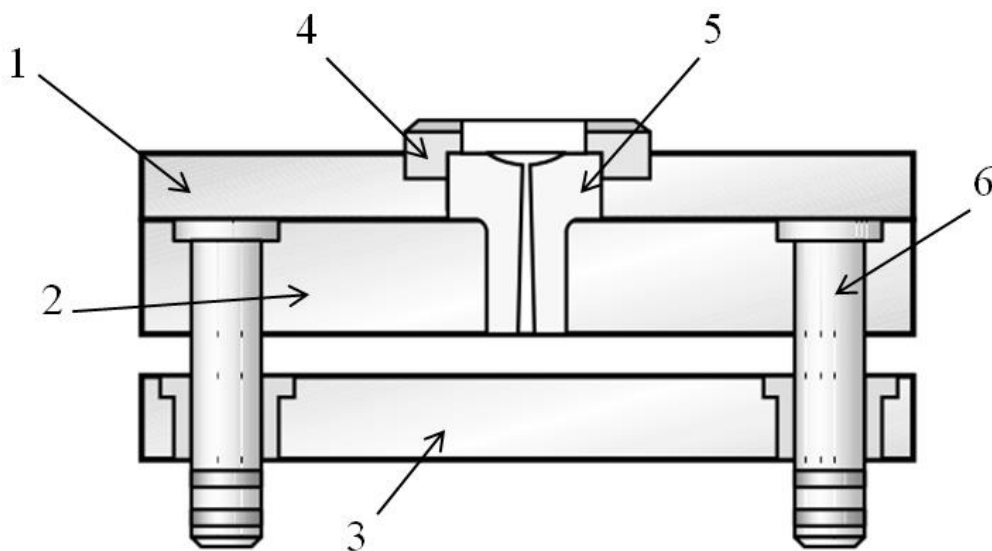
- Непомична стезна плоча;
- Непомична усадна плоча;
- Помична усадна плоча;
- Одстојници;
- Вођице;
- Чауре;
- Избијачке плоче;

- Избијачи;
- Дизна (топла или хладна);
- Центрирајући прстен
- Задња плоча;

2.4.1. Непокретна (Cavity) страна алата

Непокретна страна алата за бризгање пластике је део алата који се везује за непокретни део машине. Улога овог дела алата је да прихвати растопљену пластичну масу и спроведе је до калупних шупљина. Елементи непокретне стране алата су, слика 15:

- Непокретна стезна плоча;
- Непокретна међуплоча;
- Непокретна усадна плоча;
- Центрирајући прстен;
- Уливни системи;
- Вођице;



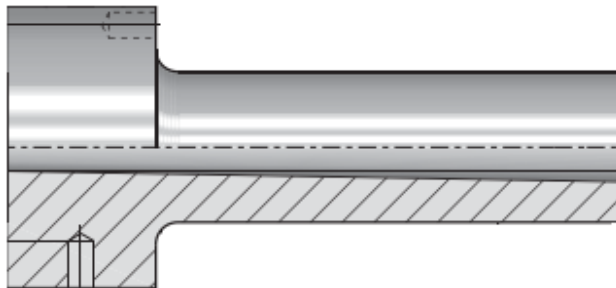
Слика 15. Непокретна страна алата

У непокретној страни алата се налазе следећи елементи:

- Непокретна стезна плоча преко које се алат везује за непокретни део машине. Такође улога ове плоче је да осигура положај и држање усадне плоче и међуплоче.
- Међуплоча или трећа плоча има функцију да обезбеди постављање и позиционирање уливног система.
- Непокретна усадна плоча која има функцију формирања дела. Поред тога у њу се могу поставити и додатни елементи који су неопходни за формирање комада.

У зависности од дела који се производи, његове геометрије, функције и естетског изгледа у великој мери зависи и врста уливног система. Основна подела уливног

система је на топли и хладни уливни систем. Хладни уливни систем има функцију да истопљену пластичну масу спроведе до уливних канала. Хладан уливни систем (слика 16) је такве конструкције да нема могућност додатног загревања и одржавања температуре константном. Због тога, растопљена пластична маса се брже хлади, па се овај систем уливања користи код делова просте геометрије.



Слика 16. *Хладан уливни систем*

Топли уливни системи се могу поделити на топле дизне и топле блокове. Функција и једног и другој је иста, да растопљену пластичну масу спроведе до калупне шупљине. Топли блок има функцију да задржи температуру растопљене пластичне масе, све док се она не дистрибуира у калупну шупљину. Топла дизна је тако конципирана да око себе има појасни грејач који је греје и на тај начин одржава температуру константном и успорава процес хлађења пластичне масе, слика 17. Као и код топлог блока, преко топле дизне врши се уливање растопљене пластичне масе директно у калупну шупљину. Функција топле дизне је да задржи растопљену пластичну масу у том стању до уливних канала или до убризгавања пластичне масе у калупну шупљину. Топле дизне се користе код делова који имају сложенију геометрију и посебне захтеве по питању естетике.



Слика 17. *Топла дизна*

Топли блок представља посебну врсту уливног система, слика 18. Овакав тип уливног система представља једну посебну целину која се састоји из више елемената, као што су топли блок са топлим каналима, топле дизне, итд. Улога топлог блока је да одржи температуру растопљене пластичне масе константном од тренутка убризгавања у алат до тренутка попуњавања калупне шупљине. За

разлику од претходна два типа уливног система, топли блок може да улива масу директно у калупну шупљину у више тачака, више уливних места. Сложеност и конструкција топлог блока зависи од сложености алата за бризгање пластике. Топли блокови се користе код алата веома сложене геометрије у којим се бризгају делови који имају посебне захтеве по питању квалитета и дизајна.



Слика 18. Разне конструкције топлог блока

2.4.2. Покретна (Core) страна алата

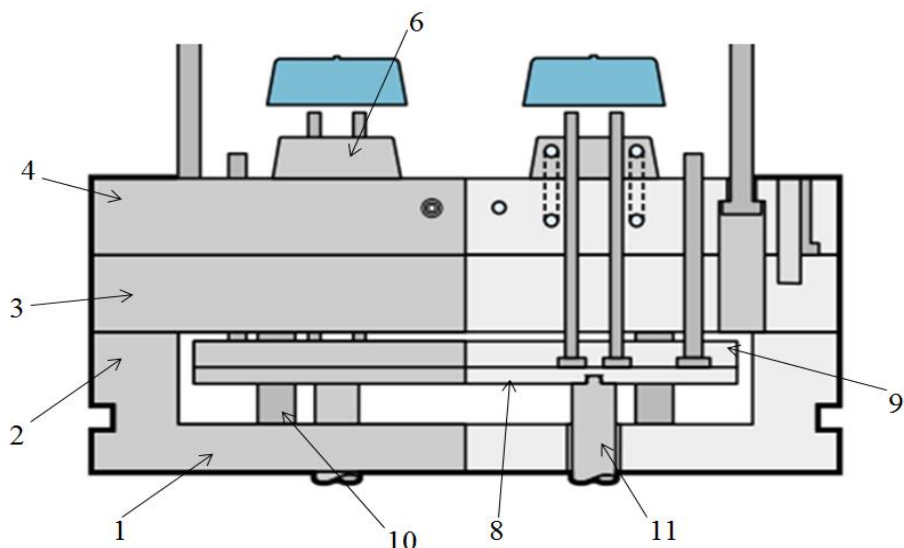
За разлику од непокретне стране алата, овај део алата има могућност аксијалног померања. Покретна страна алата (слика 19) се поставља на покретни део машине за бризгање пластике. По завршетку једног циклуса бризгања долази до померања покретне стране алата, алат се отвара и тада је могуће извршити избацавање готовог дела из алатне шупљине. Покретна страна алата се састоји од знатно већег броја елемената, из разлога што је та страна алата изложена великим притисцима и силама током процеса бризгања. Потреба за већим бројем елемената је из разлога постизања што веће крутости и тачности система. Покретну страну алата чине два система: 1. Систем основних и дистантних плоча; 2. Систем плоча за избијање.

Делови система основних и дистантних плоча су:

- Покретна стезна плоча;
- Дистантне плоче;
- Помоћна међу плоча;
- Усадна покретна плоча;
- Системи за клизаче;
- Усадне кокиле;
- Коси клизачи (лифтери);

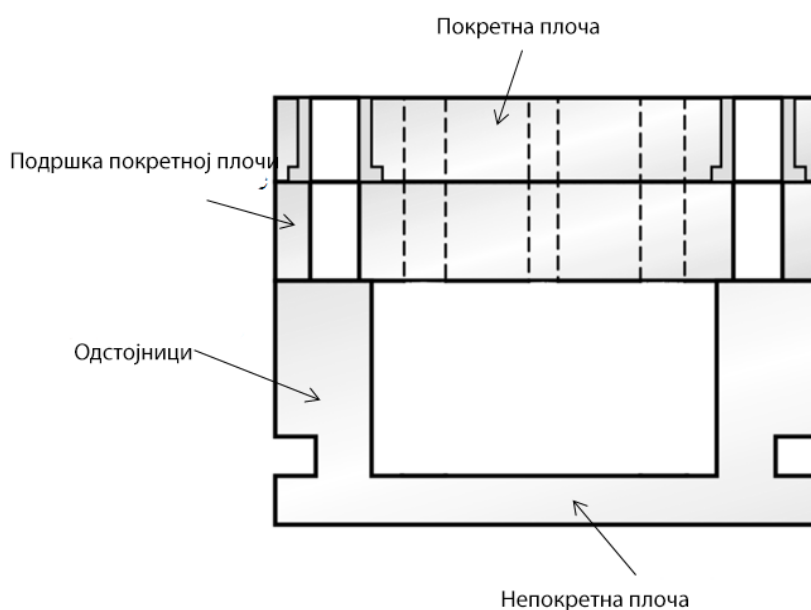
Делови система за избијање су:

- 8. Доња избијачка плоча;
- 9. Горња избијачка плоча;
- 10. Чауре за вођење;
- 11. Елемент за круту везу;



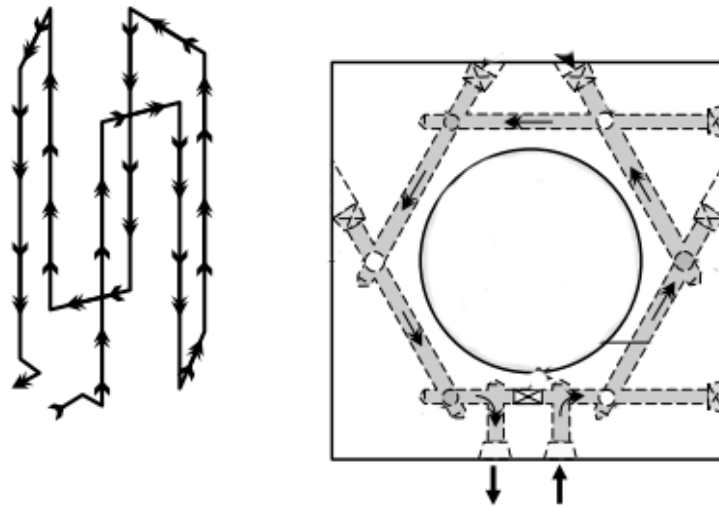
Слика 19. Покретна страна алата

Систем усадних и дистантних плоча представља комплексну целину која се састоји из великог броја плоча и помоћних елемената, слика 20. Функција ових плоча је да обезбеде формирање комада, правилну регулацију температуре, као и функционисање алата. Покретна стезна плоча има сличну функцију као и непокретна стезна плоча. Овом плочом алат се везује за покретну страну машине. Такође ова плоча везује све остале плоче у једну целину. Дистантне плоче имају функцију да размакну стезну и међуплочу, како би се у том простору поставио избијачки систем. Димензије дистантних плоча зависе од димензија дела који се производи. Међуплоча је знатно сложенија од осталих наведених плоча. Улога ове плоче је разноврсна: обезбеђује да се сви елементи који се налазе између помичне калупне плоче и међуплоча сигурно позиционирају, у њој су канали преко којих се врши регулација температуре.



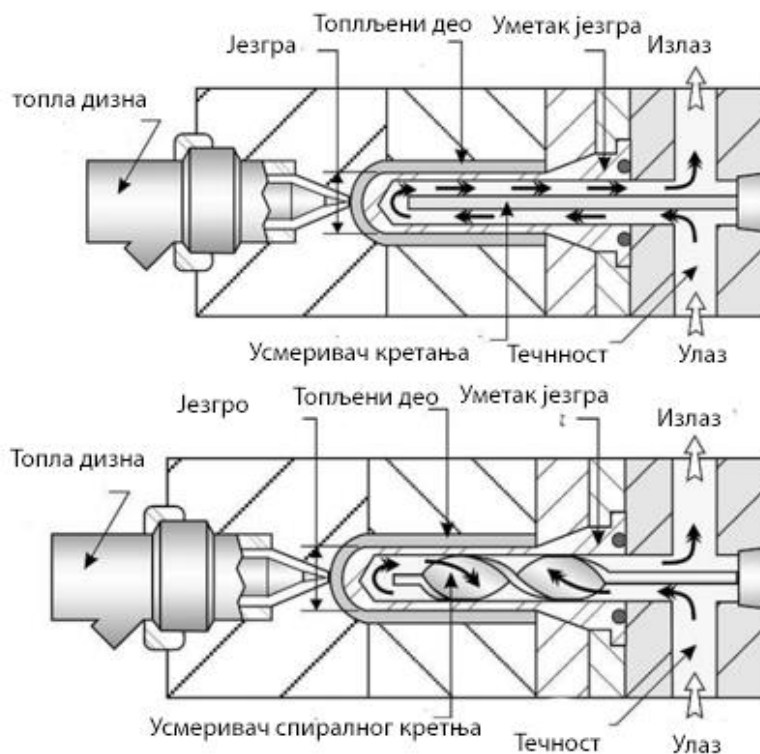
Слика 20. Систем усадних и дистантних плоча

Канали за регулацију температуре могу бити различитих конструкција, слика 21. Функција канала за регулацију температуре јесте да обезбеди равномерно простирање топлоте која обезбеђује правилно хлађење комада који се бризга. У зависности од геометрије дела који се бризга, зависи и сложеност алата, а тиме и канала за регулацију температуре. Сваки канал за регулацију температуре мора да има свој улаз и излаз. У зависности од сложености алата, може бити више канала за регулацију температуре, а тиме и више улаза и излаза. Битно је нагласити да број улаза мора бити једнак броју излаза.



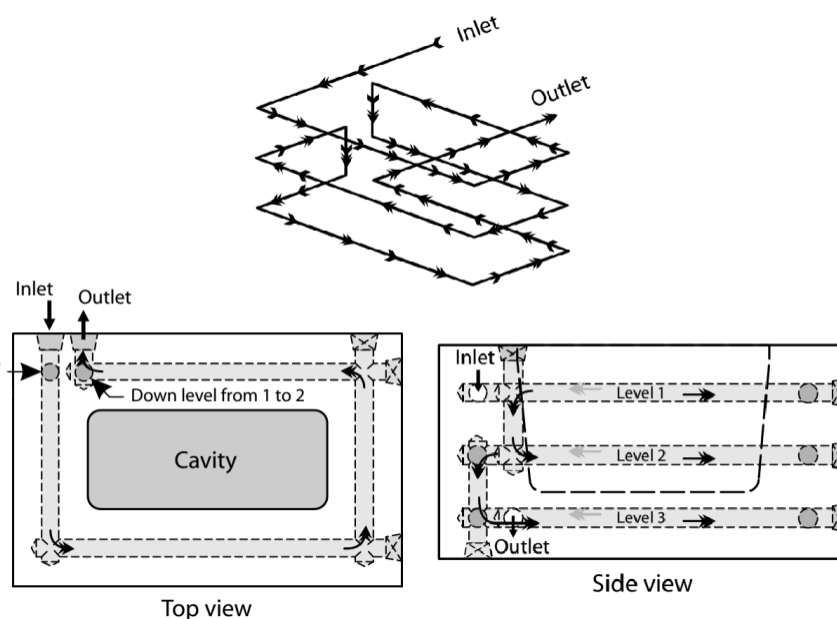
Слика 21. Систем канала за хлађење

На слици 22 је представљен један од начина регулације температуре алата код дела који је цилиндричног облика. Овакав начин регулације температуре је погодан код делова великих димензија. Једна од битних ставки је и та, да канал за воду треба да буде на константном одстојању од дела који се бризга. Како се са слике види, овакав начин регулисања температуре је за спољашњу контуру. Регулисање температуре у унутрашности дела се врши коришћењем фонтана, које могу бити спиралне или равне.

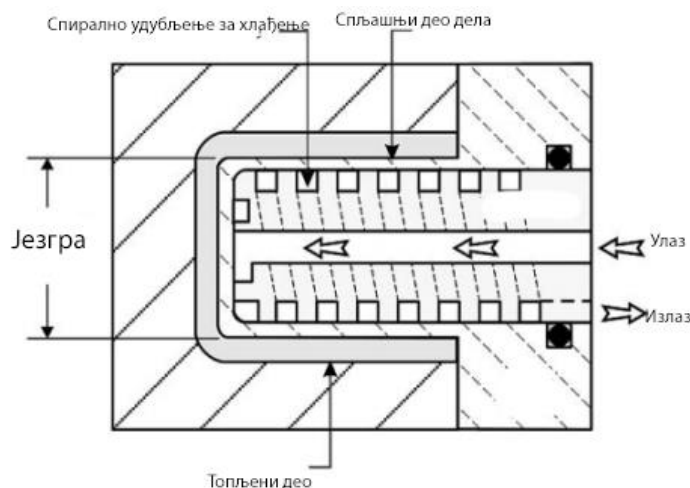


Слика 22. Темперирање алата код делова цилиндричног облика

Код делова који имају правоугаону геометрију, такође се израђују канали у више нивоа, у зависности од димензије дела, слика 23. Као и у претходном случају, важно је да растојање канала за хлађење буде константно удаљено од радног комада. Регулисање температуре у унутрашњости се постиже коришћењем разних уметака. На слици 24 је приказан један од начина регулације температуре, који се заснива на дотоку расхладног флуида, а након тога долази до спиралног тока течности.

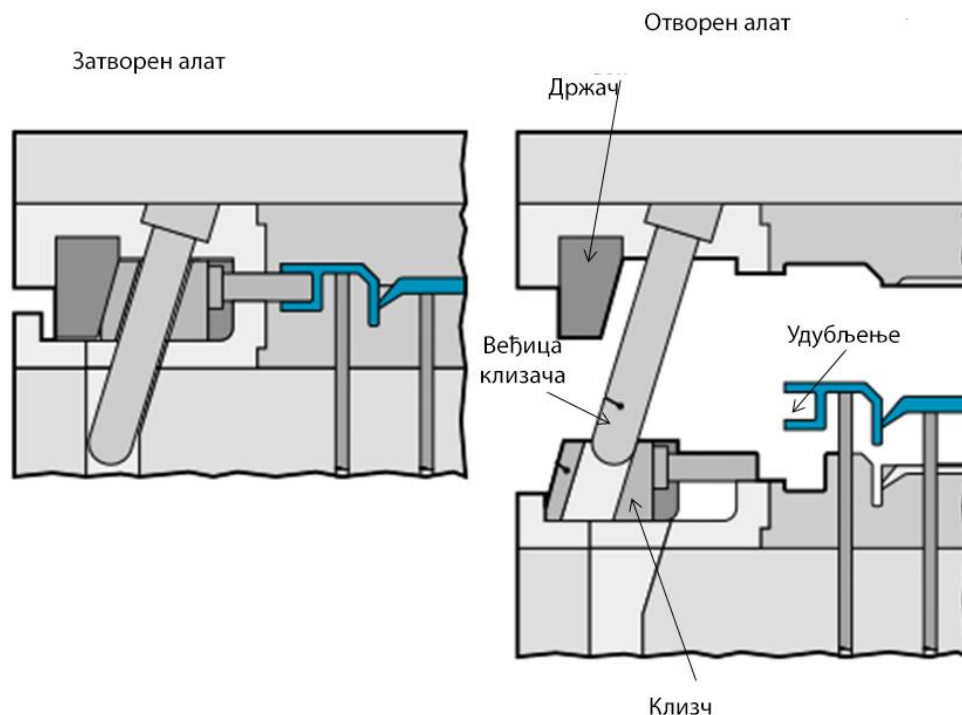


Слика 23. Систем темперирања делова правоугаоног облика



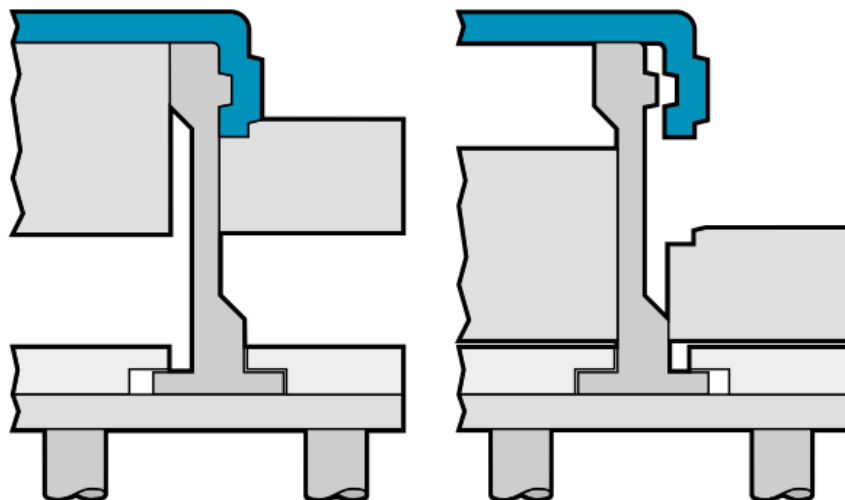
Слика 24. Приказ унутрашњег темперирања делова кутијастог облика

Покретна усадна плоча има функцију формирања комада. Код сложенијих контура у покретној страни алата могу се поставити инсерти који формирају облик пластичног дела. Сложеност и геометрија покретне стезне плоче зависи од геометрије дела који се бризга. Такође од геометрије дела зависи и распоред канала за регулацију температуре. У случају да пластичан део има такву геометрију да на себи има профиле или отворе које је немогуће формирати у покретној или непокретној страни користе се клизачи, слика 25. Клизачи могу бити аксијални или коси (лифтер). Функција клизача је да формира бочне отворе или бочне профиле. Од сложености клизача зависе и елементи који су саставни део клизача.



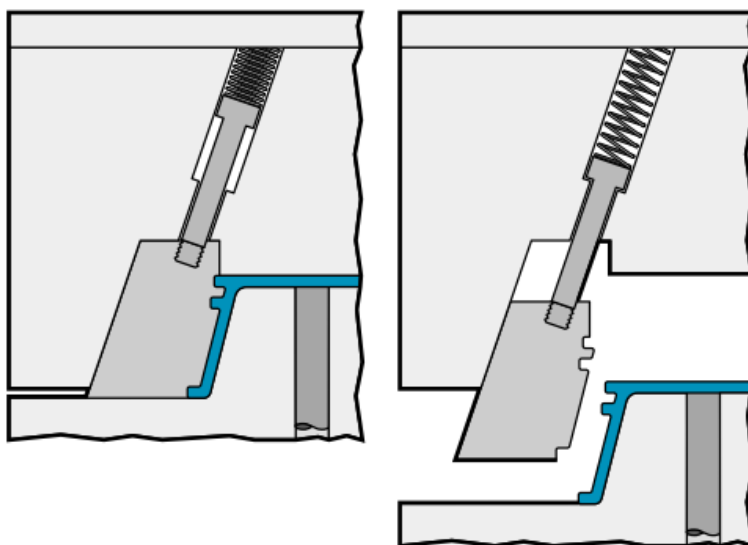
Слика 25. Положај клизача при формирају комада

Елементи који су неопходни да би функција клизача била омогућена су вођица клизача, брава клизача и сам клизач. Вођица клизача има функцију да омогући померање клизача, односно његово отварање и затварање и тиме се омогућава избијање пластичног дела. Брава клизача има функцију да клизач доведе у крајњи положај, односно у позицију када се у алат убризгава пластична маса. Поред тога брава клизача има функцију да обезбеди довољан притисак како не би досло до померања клизача у тренутку када се бризга пластична маса.



Слика 26. Један од начина конструкције клизача

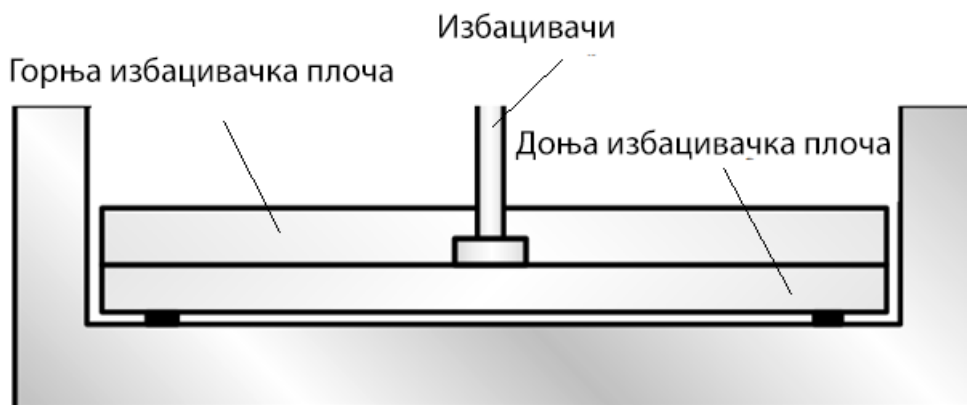
Коси клизачи (слика 27) или лифтери имају улогу формирања отвора или рељефа који се налазе са унутрашње стране пластичног дела. Конструкција оваквих клизача је изузетно сложена и у највећој мери зависи од геометрије коју треба формирати на пластичном делу.



Слика 27. Коси клизачи

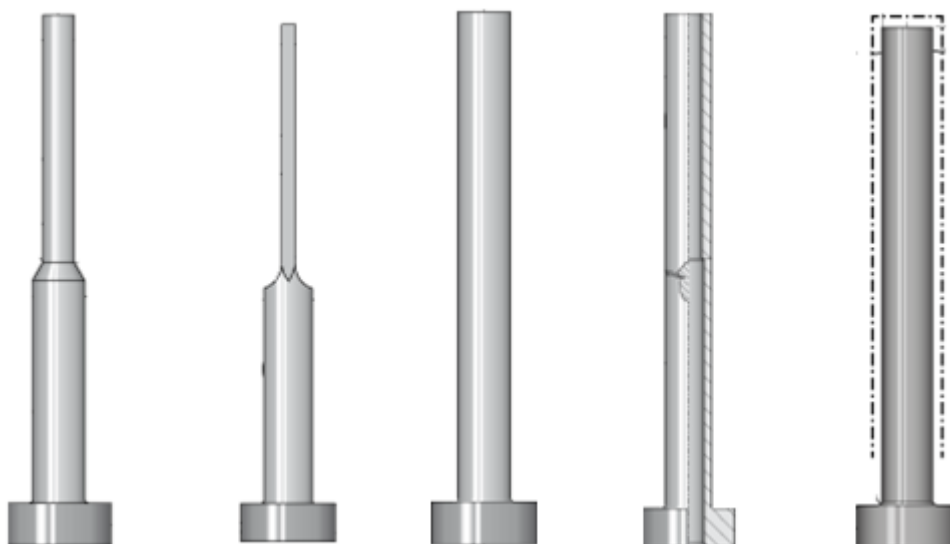
2.4.3. Избијачки систем

Након завршеног процеса бризгања, неопходно је из гнезда алата избити део. Систем који се користи за избijaње дела је избijaчки систем. Овај систем се састоји најчешће из две плоче (горња и доња избijaчка плоча) и избijaча који могу бити разних конструкција. Избijaчке плоче имају функцију да позиционирају избijaч, слика 28. Односно избijaчи се постављају између горње и доње избijaчке плоче у отворима који их позиционирају. Цео избijaчки систем се покреће помоћу избijaчких плоча.



Слика 28. Горња и доња избijaчка плоча

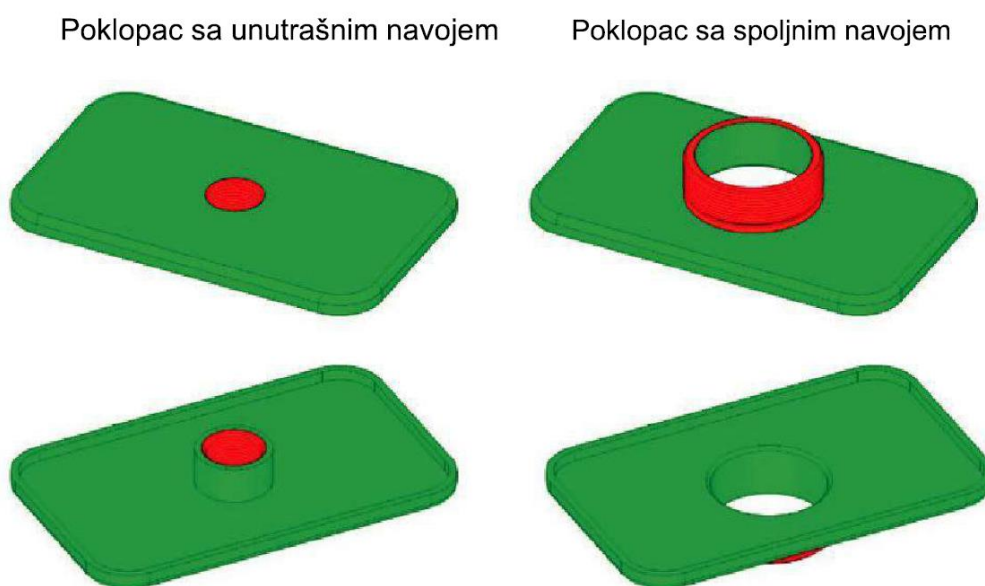
Врсте и типови избijaча (слика 29) који се користе у великој мери зависе од облика готовог дела који се производи. Такође, број и положај избijaча зависи од величине и естетике пластичног дела. Временом је развијен велики број избijaча који су данас у широкој примени. Неки од најчешће коришћених избijaча су приказани на слици 31.



Слика 29. Различите врсте избijaча

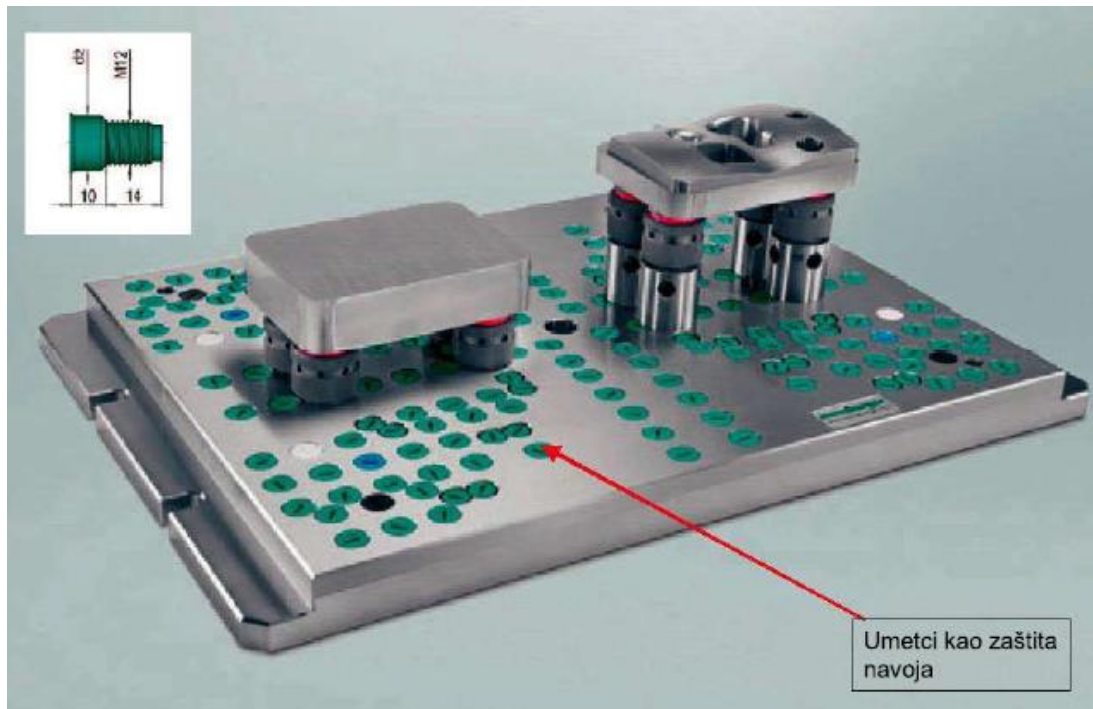
2.5. Алат за навоје

Навоји су битни додатни елементи код пластичних делова. Постоје спољни навоји (вијци) и унутрашњи навоји (навртке). Као што су различити навоји, разликује се њихова производња и алат. Чепови, спољни навоји, навојни затварачи и унутрашњи навоји су уобичајени код пластичних делова. Код поклопца на слици 30, конструисани су спољни и унутрашњи навој. Код тог примера, спољни навој нуди могућност затварања отвора на поклопцу помоћу навртне капе. Унутрашњи навој код другог поклопца може, на пример, да послужи као навртна конекција за спојку црева или цеви.



Слика 30. *Поклопац са унутрашњим и спољним навојем*

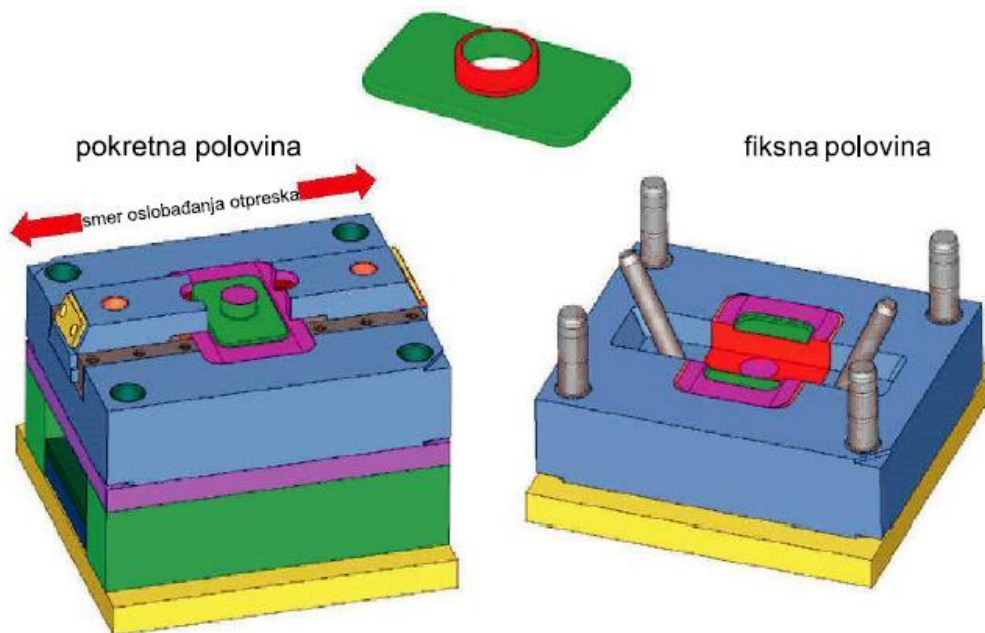
Уметци или чепови су пластични делови који се углавном састоје само од навоја. Користе се, на пример, за заптивање отвора или као додаци уз црево. На слици 31 се могу видети додатни уметци који су смештени у фиксну плочу. Уметци имају спољни навој и причвршћени су на унутрашње навоје фиксне плоче. У том случају, служе као заштита отвора од упадања комадића, воде и прљавштине. Уметак се може видети у горњем левом делу слике.



Слика 31. навојни чепови као заштита навојних отвора

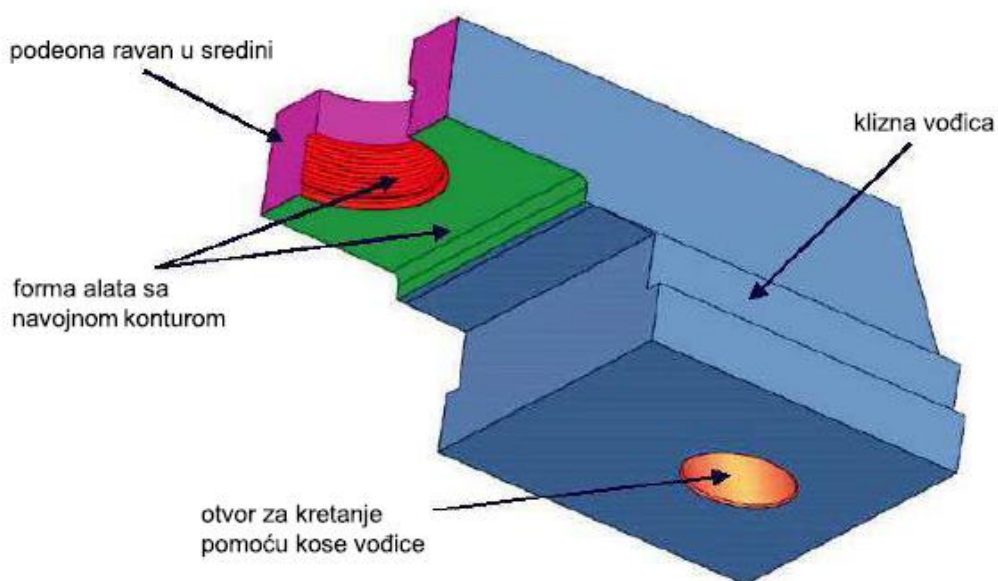
Алат за ињекционо бризгање пластике за спољне навоје припада категорији алата са покретним елементима. У нашем примеру, контура навоја је истовремено и зарез. Оно што је посебно код тога је што цео навој представља зарез и стога мора бити у потпуности уклопљен у оба клизача. Оба клизача иду тачно у средину навоја. Са навојним половинама, цела контура поклопца која је у смеру ослобађања отпреска навоја је уклопљена у клизаче. Сам навој је округло и самим тим није битно у ком смеру се креће клизач. У том случају, одабрано је најкраће растојање кретања клизача унутар алата.

На слици 32 је приказан алат за поклопац са спољним навојем. Клизачи су отворени и контролисани помоћу косих игала. Целокупна контура је смештена у клизачу. Растојање које покрива сваки клизач износи половину ширине пластичног дела плус неколико додатних милиметара ради сигурности. Такође приметите величину алата у односу на величину пластичног дела.



Слика 32. Алат за поклопац са спољним навојем

На слици 33 је приказан клизач са свим функционалним површинама. Напред на алату се налази линија раздвајања где се сусрећу оба клизача и форма алата. Даље, приказан је нагибни отвор у коме је смештена коса водица за покретни клизач. На бочним странама су приказане клизне водике у којима су смештени клизачи који се покрећу у смеру ослобађања отпреска. Једини изузетак: контура навоја лежи у алату и управо је у основном смеру ослобађања отпреска. Навојни чеп у горњем левом углу Слика 31 је управо такав део. Произведен је помоћу отворено/затвореног типа алата.



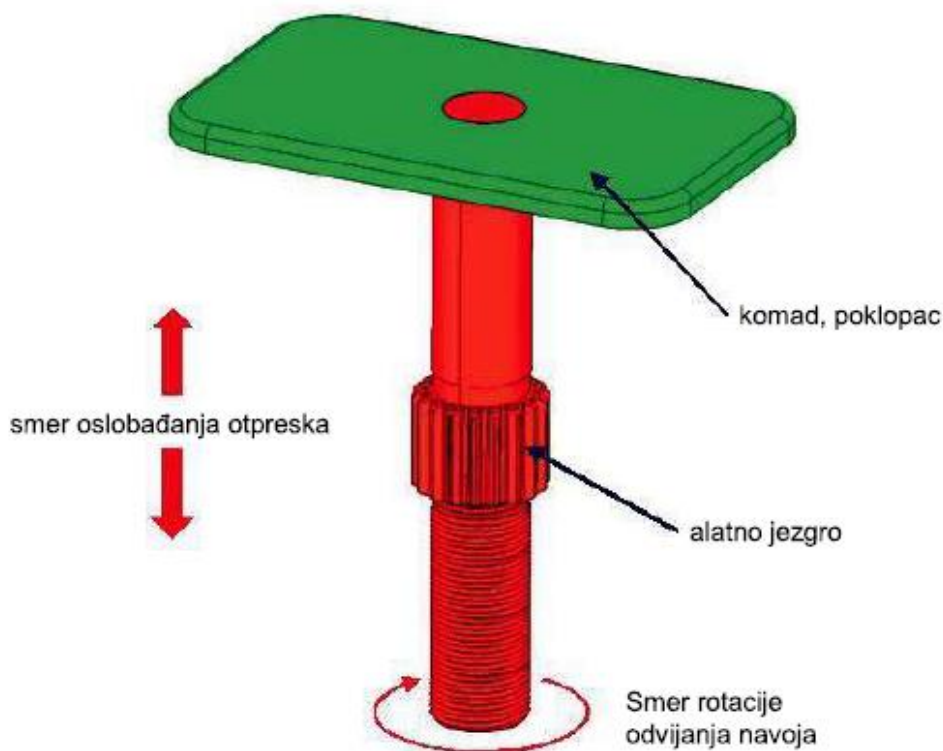
Слика 33. Клизач за поклопац са спољним навојем

Алат за ињекционо бризгање пластике за унутрашњи навој такође припада категорији алата са покретним елементима али се у потпуности разликује концепт алата. Сам навој такође представља зарез код овог алата, али се овде не може ослободити помоћу клизача. Постоје две значајне опције за ослобађање отпресака наведених унутрашњих навоја:

- Опција 1 је падајуће језгро
- Опција 2 је одвијање навоја.

Стручњаци то називају одвијање навоја. Ту се алатно језгро, где је навој смештен спреда, одвија од пластичног дела пре избијања. Неповољност приликом ослобађања унутрашњег навоја је што нема простора за линеарно кретање клизача према унутрашњости као код спољног навоја. Поставља се питање како ослободити навој односно зарез. Решење је у одвијању језгра од форме алата помоћу навоја. Претходно су сва кретања битна за ослобађање била линеарна у основном смеру ослобађања отпреска машине или у секундарном смеру ослобађања помоћу покретног клизача. Али код одвијања, потребно је кружно или одвијајуће кретање. Одвијајуће кретање код језгра се може произвести на различите начине. Три уобичајена типа који руководе алатним језгром су: јединица за одвијање, погон преко зупчаника са зупчастом летвом или зупчаник са пужем са високим завојним кораком.

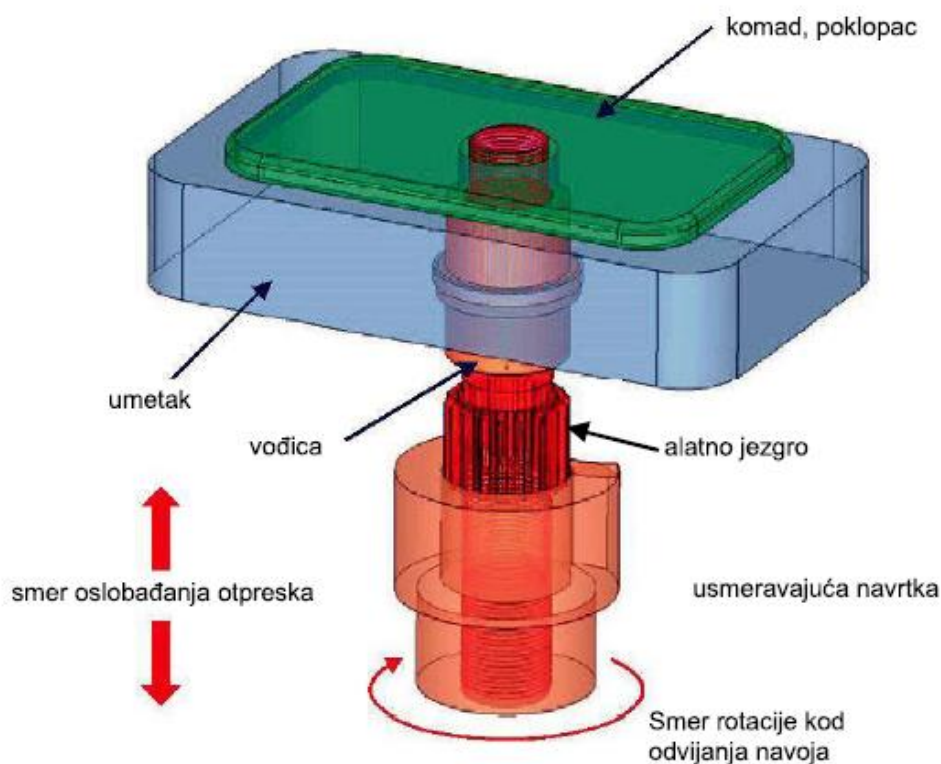
На слици 34 је приказан пластични део са алатним језгром у виду алата за ињекционо бризгање са навојем.



Слика 34. Пластични део са алатним језгром

Јединица за хидраулично одвијање Јединица за хидраулично одвијање је додатни уређај који се причвршћује на алат или машину за бризгање пластике. Повезује се са машином за ињекционо бризгање пластике која га покреће и регулише. Може бити на електрични или хидраулични погон. Јединице за одвијање су веома флексибилне приликом руковања. Могу се користити за ослобађање навоја на фиксној или покретној половини или лицу подеоне линије. Јединица за одвијање директно производи навојно кретање и погон малог зупчаника или алатног језгра. Различити типови и опције јединица за одвијање се могу набавити код произвођача алатних компоненти или машина за ињекционо бризгање пластике.

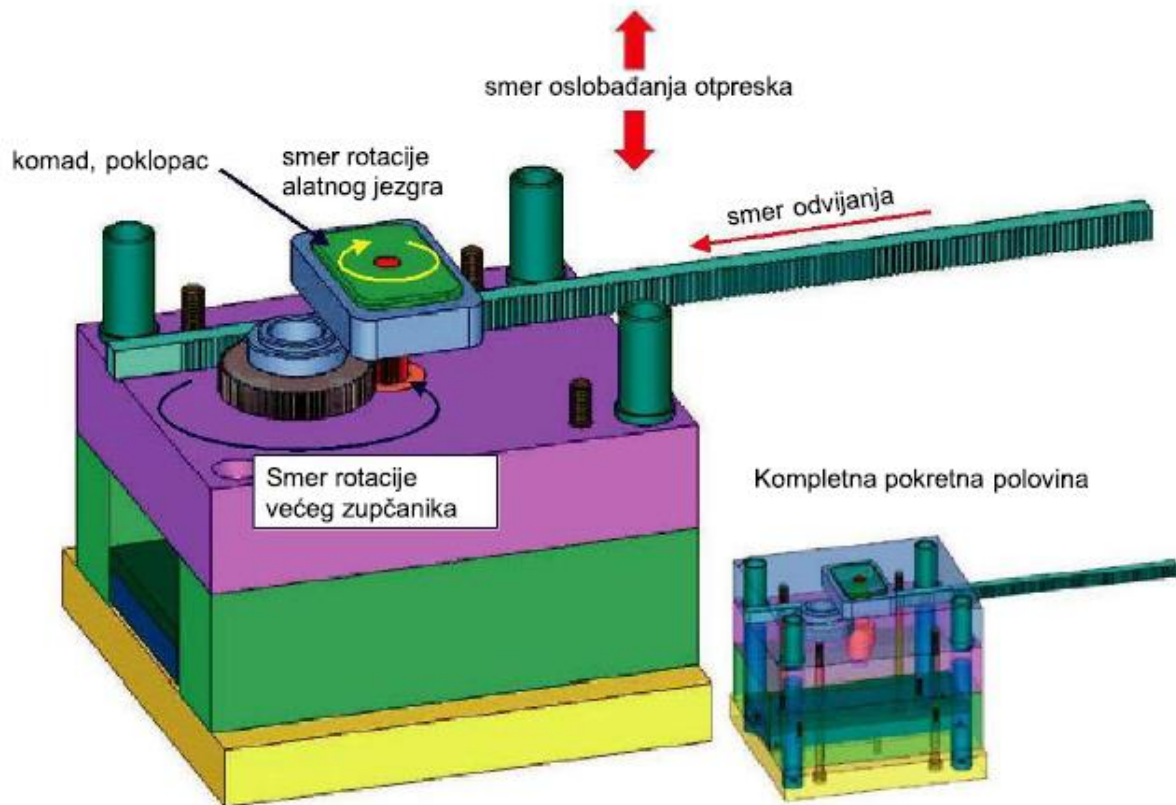
На слици 35 је представљено алатно језгро са улошком, водицом и усмеравајућом навртком.



Слика 35. Алатно језгро са водицом и усмеравајућом навртком

Код овог типа ослобађања отпреска, хидраулича зупчаста летва (рам) покреће зупчаник који је спојен са алатним језгром. Код овог типа ослобађања, линеарно кретање зупчасте летве је конвертовано у ротационо кретање зупчаника. У том случају навојно кретање потиче из алатног језгра. Са задње стране, алатно језгро има водећи навој са истим кораком као и навој пластичног дела. Велики зупчаник се окреће покретањем зупчасте летве. Тиме се покреће алатно језгро које је причвршћено уз усмеравајућу навртку. Ротационим кретањем алатног језгра и навртки, оно се одвија од пластичног комада. Уметак има интегрисано водење преко кога се помера језгро на које је монтирано. На слици 36 је приказана покретна половина са комплетном погонском јединицом. Зупчаста летва је

извучена из алата. Већи зупчаник се окреће супротно казаљци на сату и покреће алатно језгро које се креће у правцу казаљке на сату и одвија се преко навртне водице од пластичног комада. Формирачка плоча покретне половине није приказана на већој слици. Хидраулични цилиндар за рад зупчaste летве је причвршћен са леве стране алата и уз зупчасту летву.

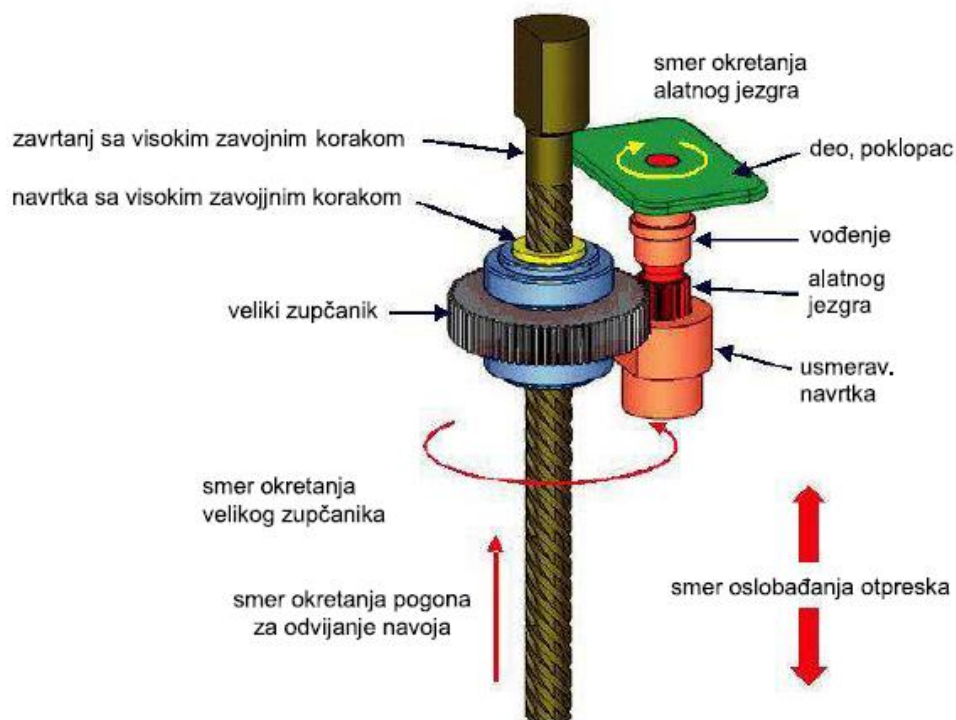


Слика 36. Комплетна погонска јединица са зупчастом летвом

Оба погона, обе јединице за одвијање као и погон са зупчастом летвом, су погодни за навоје на фиксној, као и на покретној половини. Такође је могуће да оба погона раде код отвореног или затвореног алата. То може бити битно или чак одлучујуће приликом одабира погона.

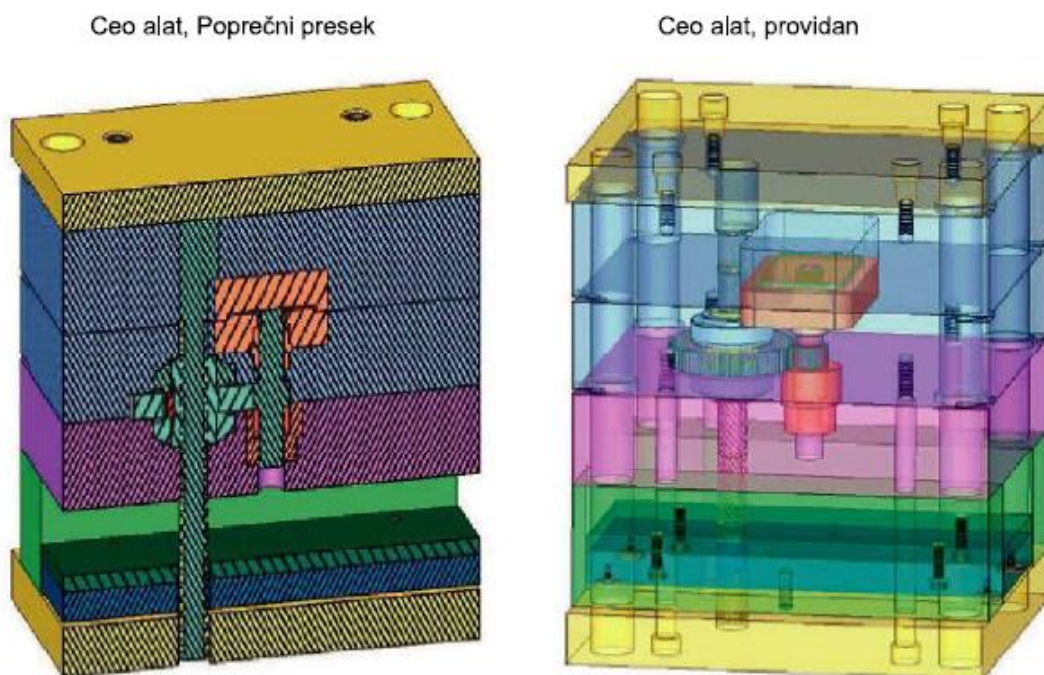
За разлику од јединице за хидраулично одвијање, или зупчaste летве, завртањ са високим завојним кораком не захтева додатни погон јер он сам представља погон. Завртањ са високим завојним кораком је стално уграђен у фиксној половини. Самим отварањем и затварањем, завртањ са високим завојним кораком, као и зупчаста летва, покреће велики зупчаник и алатно језгро. Накнадна процедура је идентична.

На слици 37 је приказана комплетна погонска јединица са завртњем високог завојног корака, навртка са високим завојним кораком који је стално уграђен у великом зупчанику као и алатно језгро са усмеравајућом навртком и водицом.



Слика 37. Комплетан погон водећег завртња

На слици 38 је приказан читав склоп алата и представљен је завртањ са високим завојним кораком. Као што се види, потребан је одређен простор за уградњу свих погона чиме се повећава алат за ињекционо бризгање пластике.



Слика 38. Цео алат, попречни пресек и провидан

3. Конструисање алата игле риболовачког пловка

3.1. Технички задатак и листа захтева

Почетак конструисања алата за израду игле риболовачког пловка обухвата постављање техничког задатка, који представља улаз у процес конструсања. У табели 1 налази се технички задатак, док је у табели 2 приказана листа захтева.

Табела 1. Технички задатак

Технички задатак			
АЛАТ ЗА ИЗРАДУ ИГЛЕ РИБОЛОВАЧКОГ ПЛОВКА			
• Конструисати алат за израду игле риболовачког пловка, • Потребна количина игала по отварању алата је 8 комада, • Време пуњења језгара материјалом и хлађење 10 секунди.			

Листа захтева као и технички задатак представљају део конструкционе документације, па је потребно дефинисати листу захтева за алат који треба пројектовати. Потребно је из техничког задатка дефинисати захтеве и поделити им значајности, као што је урађено у табели 2. Сви чврсти захтеви морају бити испуњени, као што јесу, а лабави захтеви тј. жеље су захтеви другог приоритета али су и они у овом пројекту испуњени.

Табела 2. Листа захтева

Листа захтева			
Алат за израду игле риболовачког пловка			
Редни број	ЗАХТЕВ	Чврст захтев	Жеља
1.	ФУНКЦИЈА • Израда игле риболовачког пловка • Могућност монтаже на пресу	+ +	

2.	ПОДАЦИ БИТНИ ЗА ИЗВРШЕЊЕ ФУНКЦИЈЕ • Радни предмет – пластика • Неопходни елементи алата: језгро алата, непокретна и покретна страна алата • Рад алата обухвата следеће процесе: • Топљење пластичне масе; • Убризгавање пластичне масе у калупну шупљину; • Упуњавање и деловање накнадног притиска; • Хлађење пластичне масе; • Избијање готовог комада;	+	
3.	РАДНА СВОЈСТВА • 8 комада по отварању алата • Време од затварања до отварања алата- 10 секунди	+	
4.	ТЕХНОЛОШКА СВОЈСТВА • Конструкција треба бити израђена од материјала који може трпети температуре до 300 степени и који може поднети велики притисак услед рада пресе	+	

Комплетан процес конструисања извршен је у оквиру програмског пакета Autodesk Inventor 2018.

3.2. Конструисање 3D модела игле риболовачког пловка

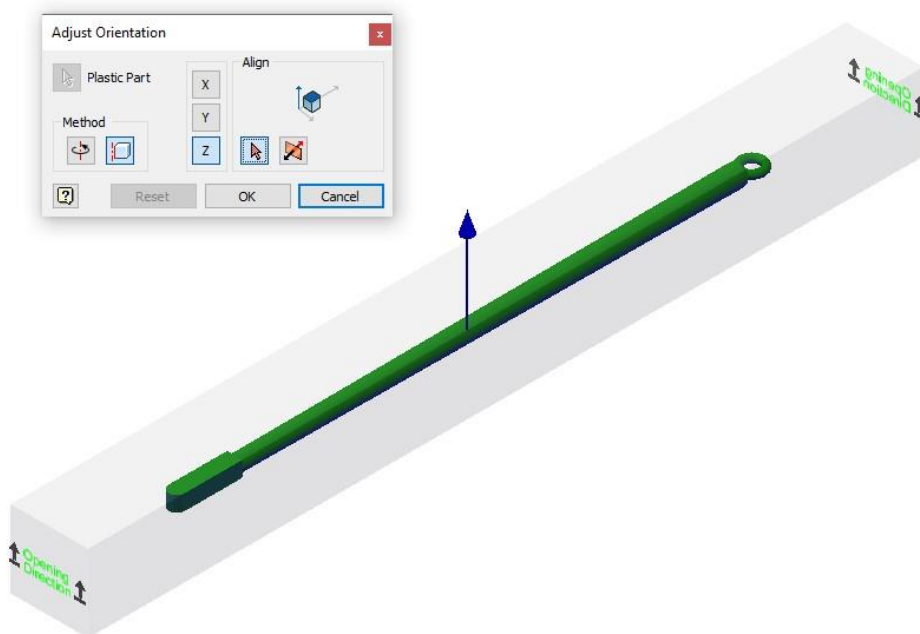
Мерење димензија игле риболовачког пловка извршено је помоћу дигиталног помичног кљунастог мерила. 3D модел израђен је у програму Autodesk Inventor коришћењем основних команди за израду модела. Сама игла је једноставне геометрије, али због малих димензија само мерење димензија је био изузетно деликатан процес. На слици 39. приказан је 3D модел игле риболовачког пловка.



Слика 39. 3D модел игле риболовачког пловка

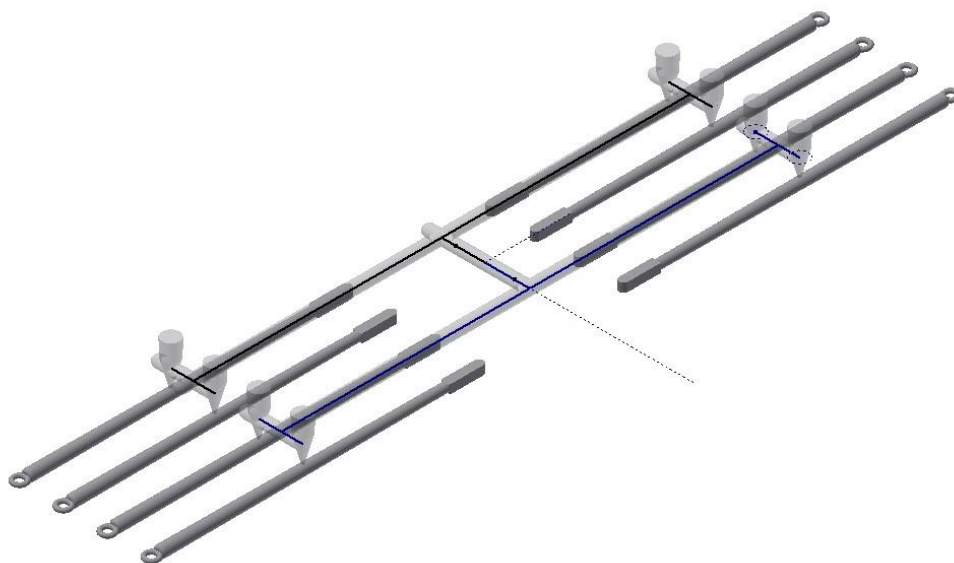
3.3. Конструисање алата за израду риболовачког пловка

Први корак у конструисању алата у оквиру програмског пакета Autodesk Inventor је постављање оријентације алата. Због дугуљастог облика игле, идеално постављање ординације је уз дуж самог дела, тако да равна површина буде паралалена са подлогом. Постављање оријентације приказано је на слици 40.



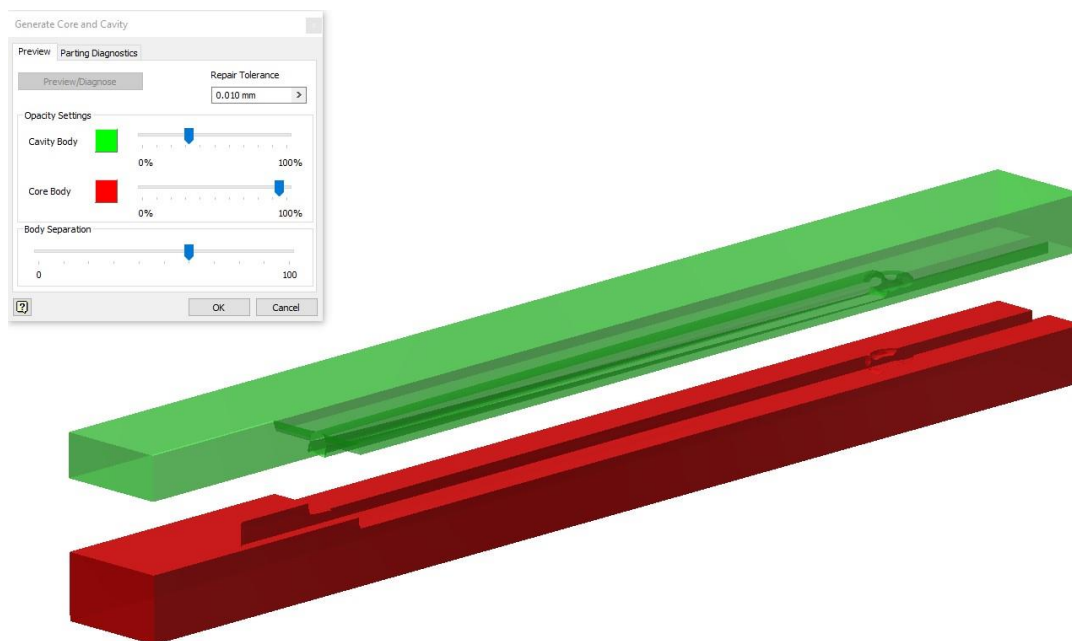
Слика 40. Оријентација алата игле риболовачког пловка

Након тога, поставља се број самих комада, у овом случају осам комада игле и одеређује се положај где материјал долази до језгра. У случају овог алата ово је постављено на половини саме игле. Ово је приказано на слици 42.



Слика 42. Положај уласка материјала у језгро алата

Након овога креира се покрента и непокретна страна алата игле риболовачког пловка за један комад (слика 43).



Слика 43. Покретна и непокретна страна игле риболовачког пловка

Материјал коришћен за израду игле риболовачког пловка је полипропилен који је и један од стандардних материјала у оквиру базе коришћеног програма. Механичке карактеристике материјала дате су на слици 44.

Thermoplastics material

Description	Recommended Processing	Rheological Properties	Thermal Properties	pvT Properties
Mechanical Properties	Shrinkage Properties	Filler Properties	Environmental Impact	Quality Indicators
Mechanical properties data				
Elastic modulus, 1st principal direction (E1)	5741	MPa		
Elastic modulus, 2nd principal direction (E2)	3720	MPa		
Poissons ratio (v12)	0.387			
Poissons ratio (v23)	0.419			
Shear modulus (G12)	1331	MPa		
Transversely isotropic coefficient of thermal expansion (CTE) data				
Alpha1	2.69e-005	1/C		
Alpha2	6.36e-005	1/C		
View test information...				
Do not use matrix properties				
☐ Single set of stress-strain curves				

Слика 44. Механичке карактеристике одабраног материјала

Након постављања свих параметара алата, потреба је одабрати сам изглед алата из стандардне базе података алата (слика 45) након чега програм аутоматски генерише модел алата.

Mold Base

Standard Vendor and Type

FUTABA SA-S

Size

250mm x 450mm

☐ Customize

Placement

Placement Reference

☐ Core Pocket Depth

7.500 mm

Rotate Mold Base

0 deg

Clearance

☐ Core Cavity Plate Clearance

0.000 mm

Layout Information

X 60.045 mm

Y 323.961 mm

Z+ 7.500 mm

Z- 7.500 mm

Front View

Top View

OK Cancel

Слика 45. Одабрани изглед алата

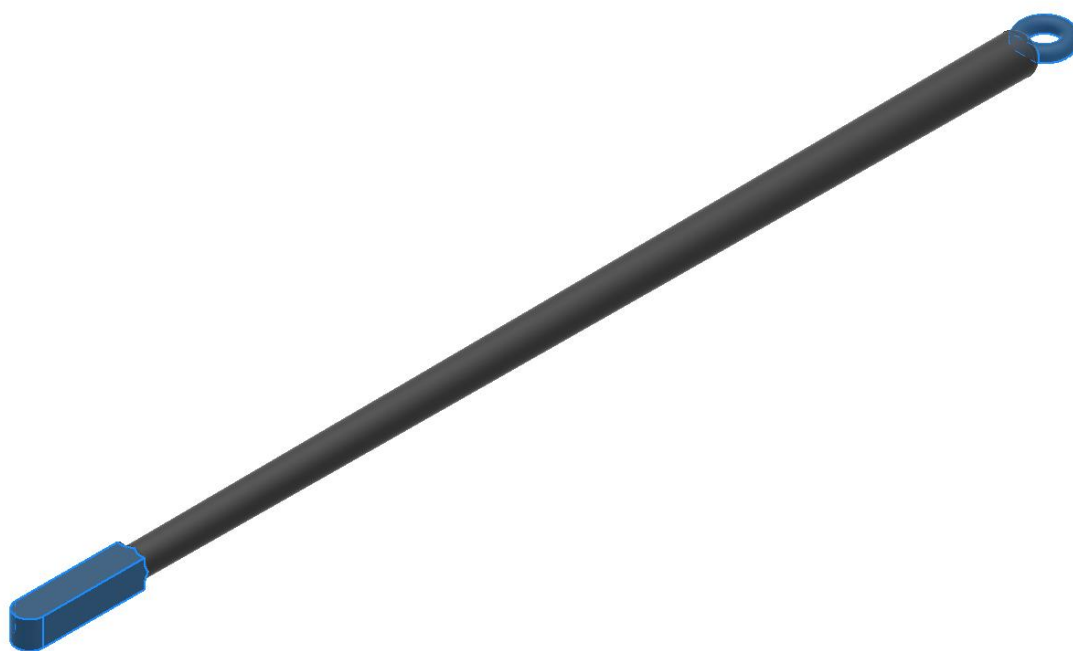
Након генерисања потребо је унети стандардне елементе алата каш што су завртењеви за канале за хлађење, центрирни прстен за правилно позиционирање алата за машину и дизну кроз коју материјал улази у алат. Алат за израду игле риболовачког пловка приказан је на слици 46.



Слика 46. Алат за израду игле риболовачког пловка

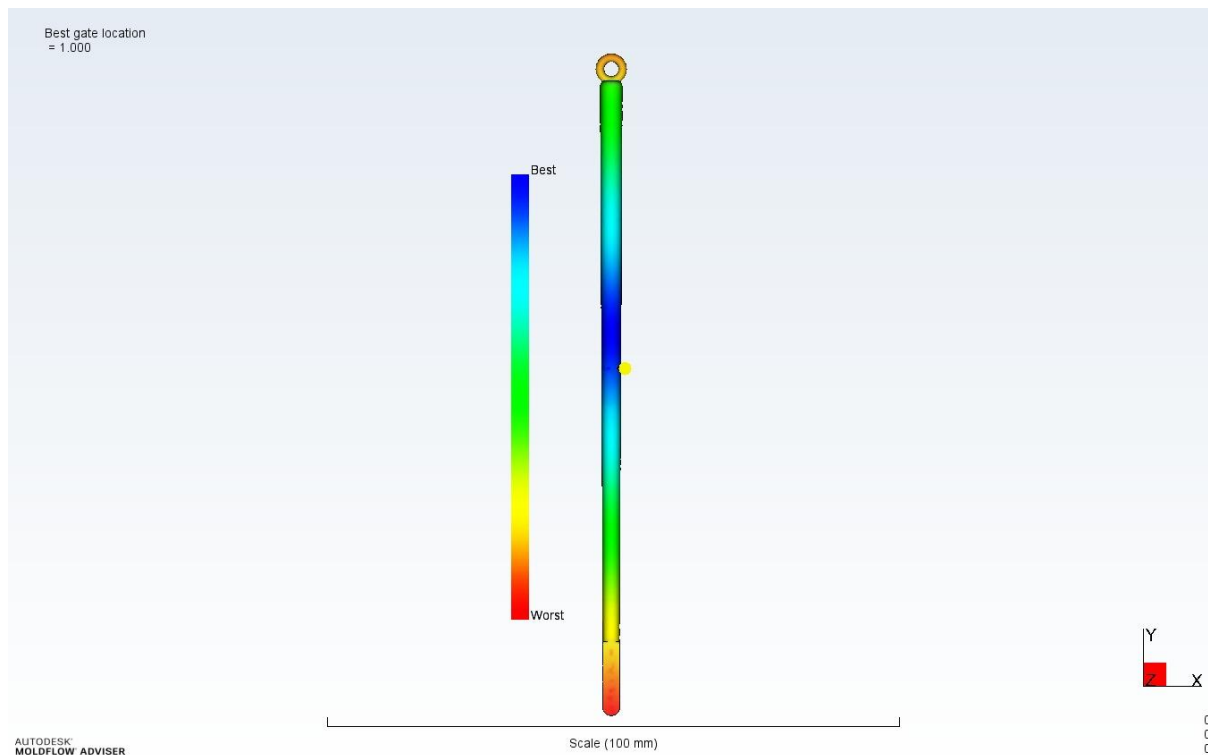
3.4. Симулација процеса бризгања игле риболовачког пловка

Симулација израде игле риболовачког пловка урађена је пре свега ради верификације дизајна алата. Прво што је потребно верификовати је сам положај дела где се материјал улива. У оквиру програма Autodesk MoldFlow могуће је извршити овакву симулацију. За израду овог типа симулације није потребно постављати посебна ограничења из разлога што је ово сам почетак процеса бризгања пластике. Једино ограничење које је потребно поставити су тачке које морају потпуно димензионо одговарати моделу. У нашем случају то су поднжје и врх игле (слика 47).



Слика 47. Позиције које потпуно димензионо одговарају 3D моделу

Постављањем овог ограничења стиче се услов за израду симулације. Програм даје резултате тако што плавно бојом означава најбоље позиције, а црвеном најгоре (слика 48).

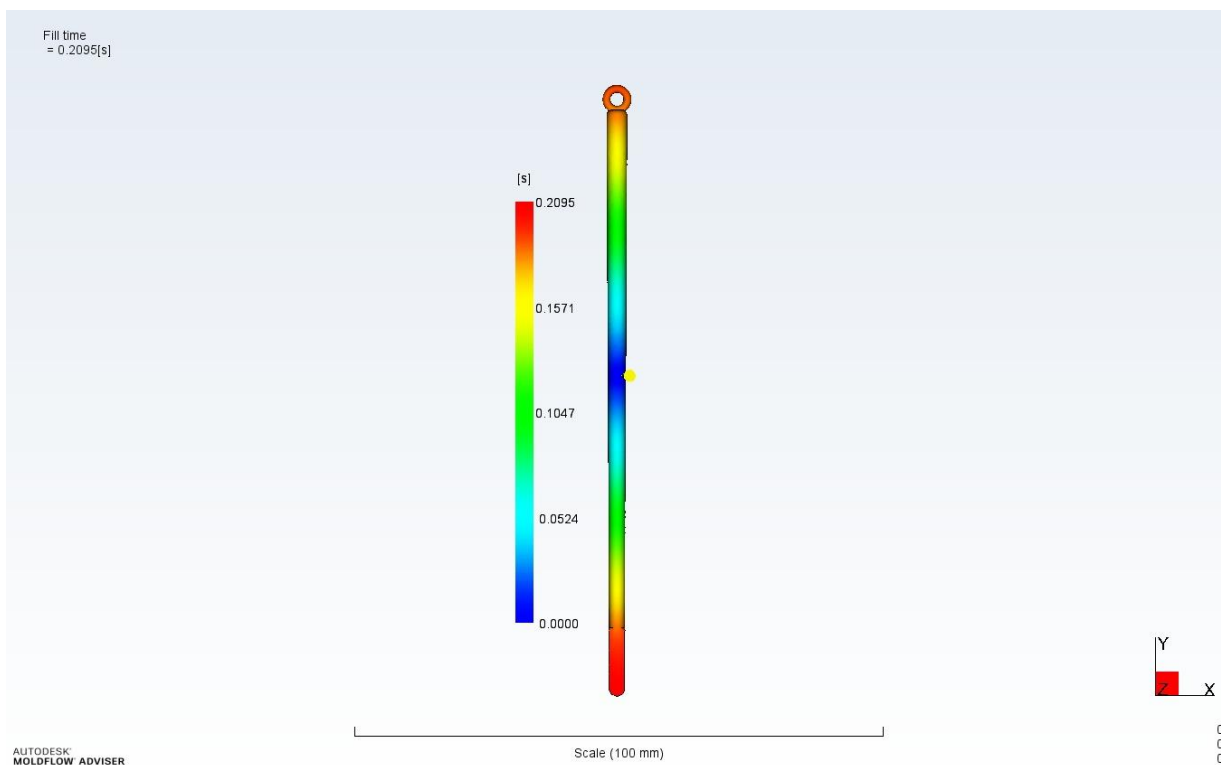


Слика 48. Идеалан положај уливног канала

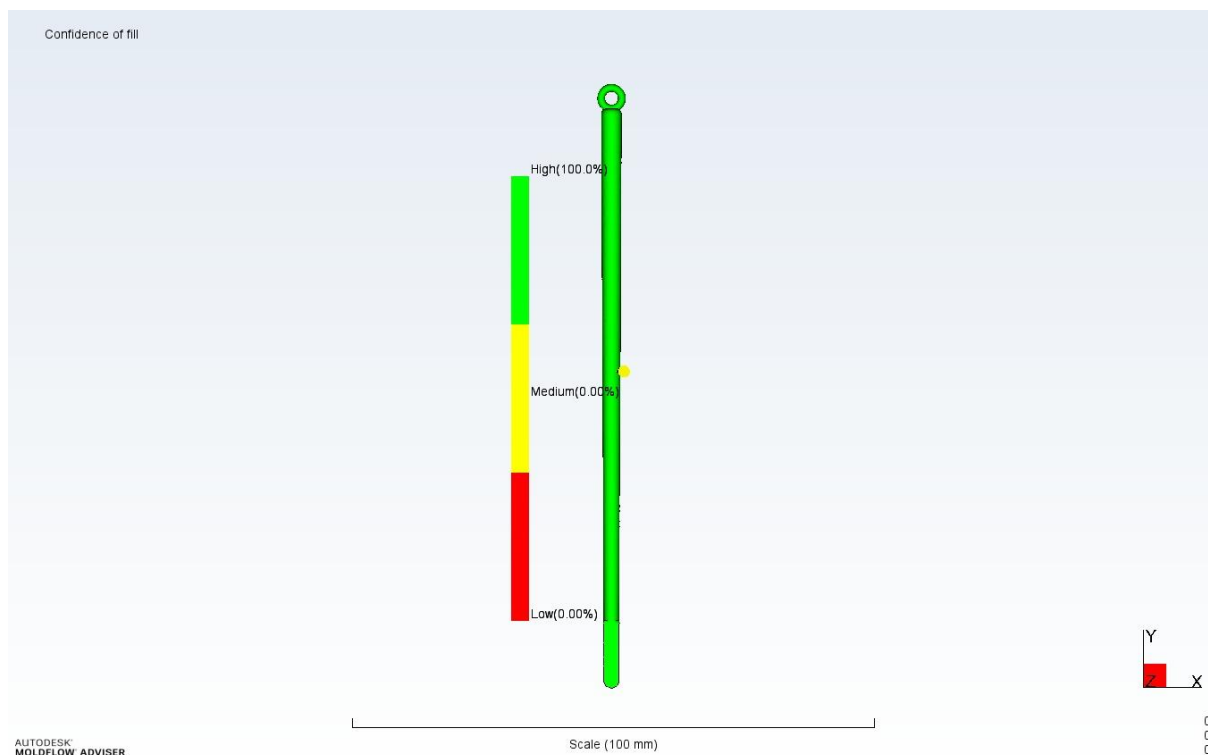
Следећи облик симулације који је потребно урадити је симулација попуне материјала. У оквиру ове симулације обраћа се пажња на то да се материјал правилно распоређује у оквиру контуре модела. На слици 49 приказани су следећи резултати:

- Време уливања,
- Густина попуне,
- Предикција квалитета дела,
- Притисак убризгавања,
- Пад притиска и
- Просечна температура.

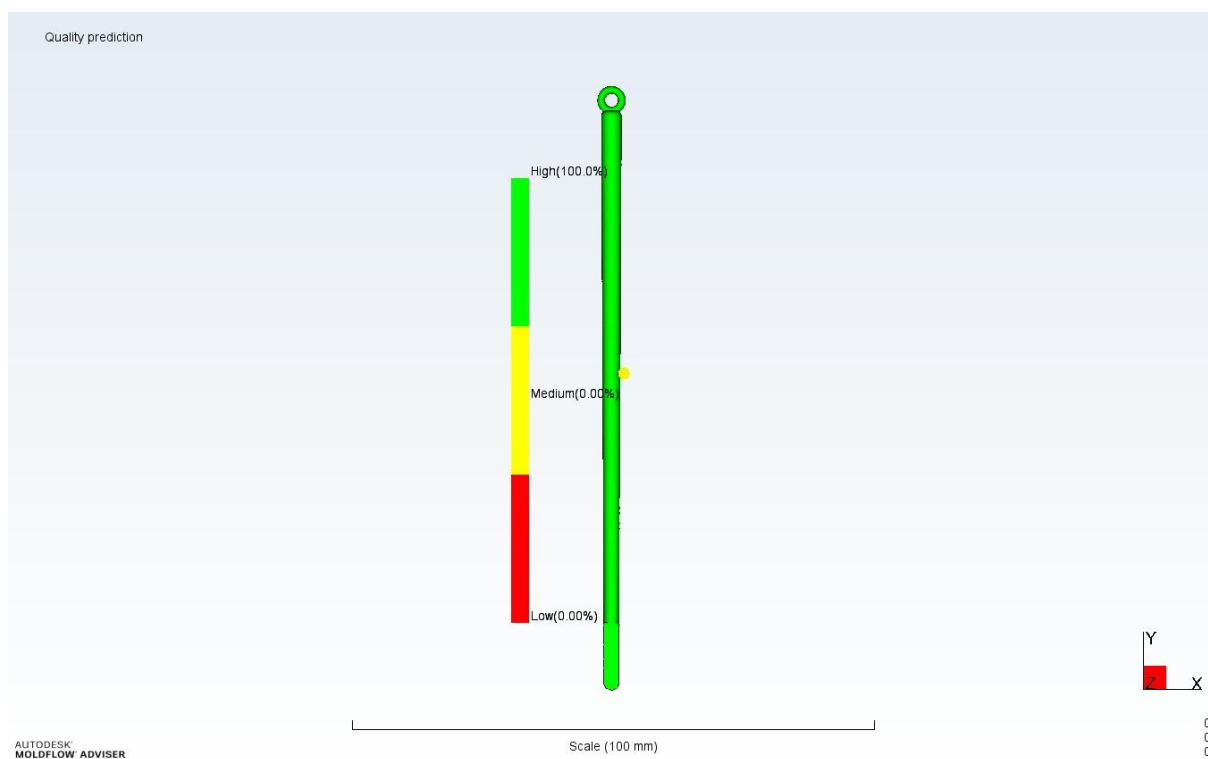
Такође, сам програм пружа могућност израде анимације која приказује овај процес. Параметри које је овде потребно подесити су трајање процеса попуњавања (10s) и материјал (полипропилен).

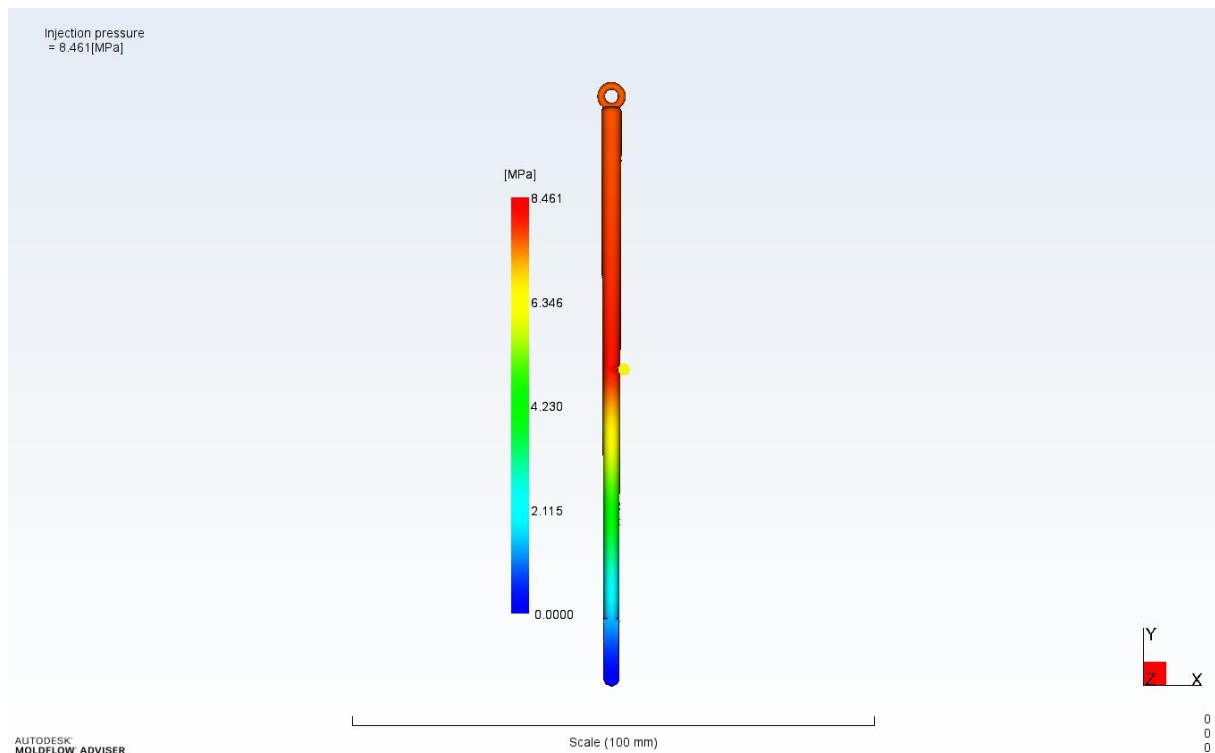


Слика 49а. *Распоређивање материјала у времену (10s)*

**Слика 49б. Густина попуње**

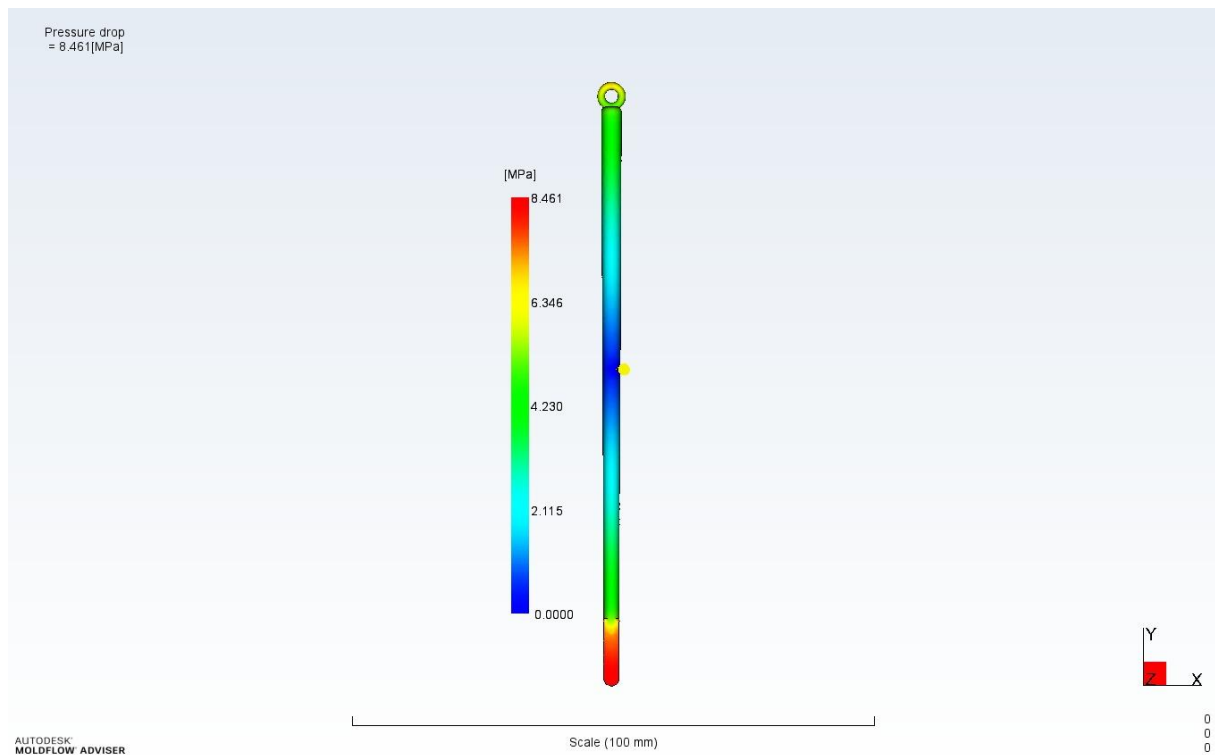
Са слике 49б види се да је материјал равномерно распоређен и да је у потпуности могуће добити жељени део.

**Слика 49в. Предвиђање квалитета жељеног дела**

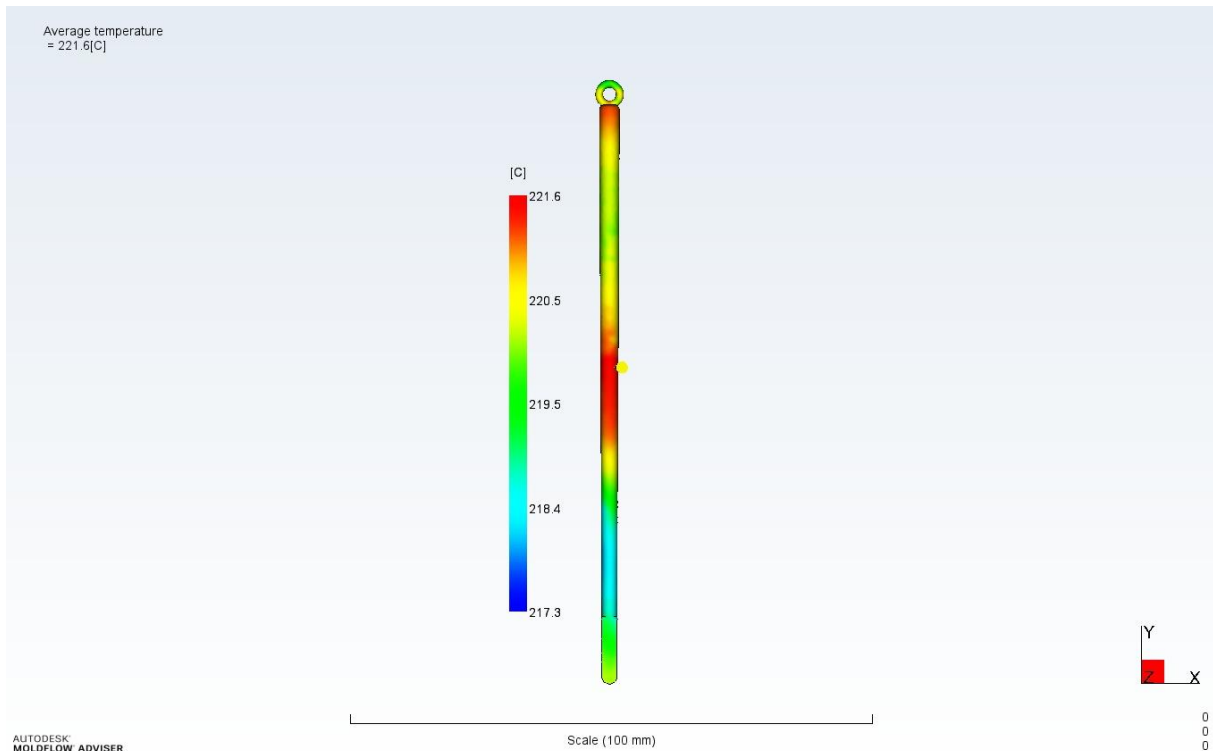


Слика 49г. Притисак уливања материјала

Са слике 49г види се да је највећи остварени притисак 8,461 МПа, док је најнижи притисак 0 МПа.



Слика 49д. Пад притиска у процесу уливања



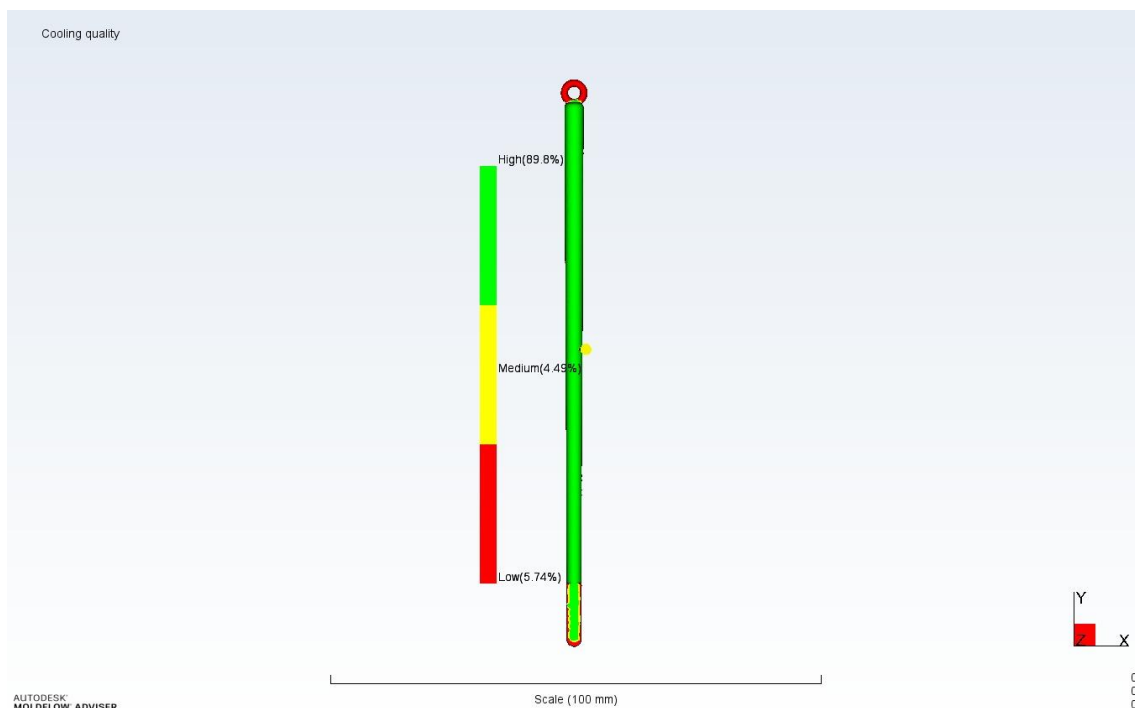
Слика 49ђ. Просечна температура

Са слике 49ђ види се да је просечна температура 219,5 С (зелено поље). Највећа температура износи 221,6 С, док је најнижа 217,3 С.

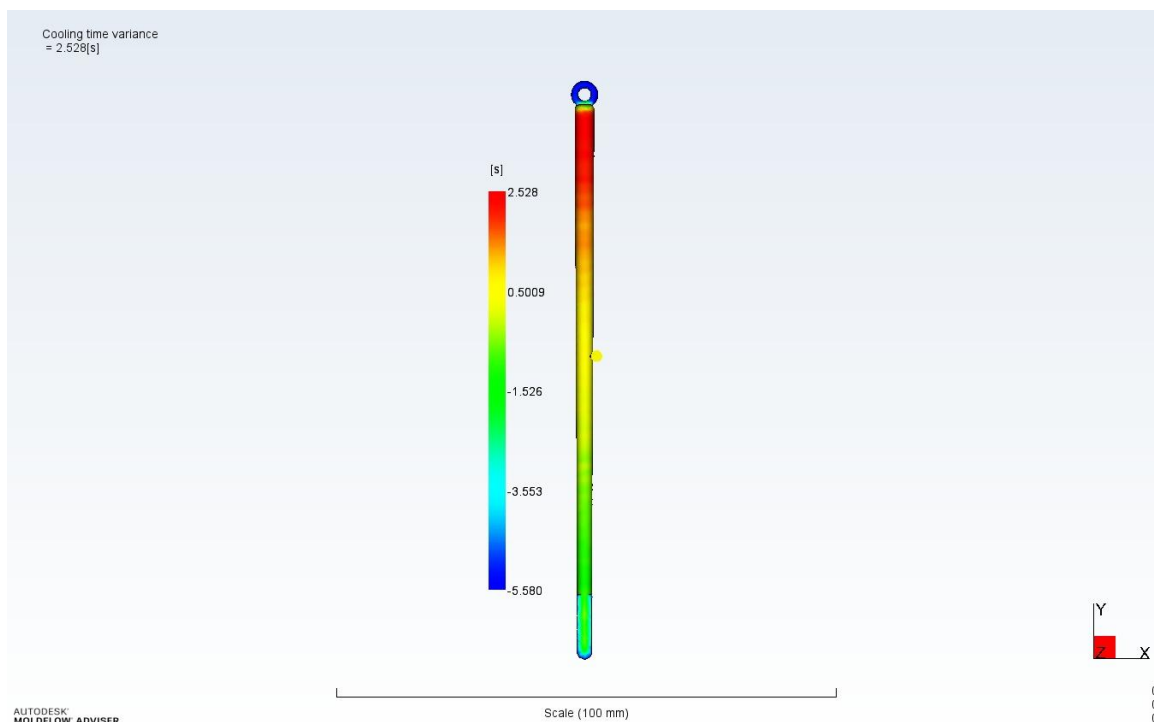
Следећи облик симулације који је потребо урадити је анализа хлађења, односно да ли се игла за пловак хлади тако да ју је могуће избацити без оштећења. У оквиру овог типа сумулације добијају се резултати о:

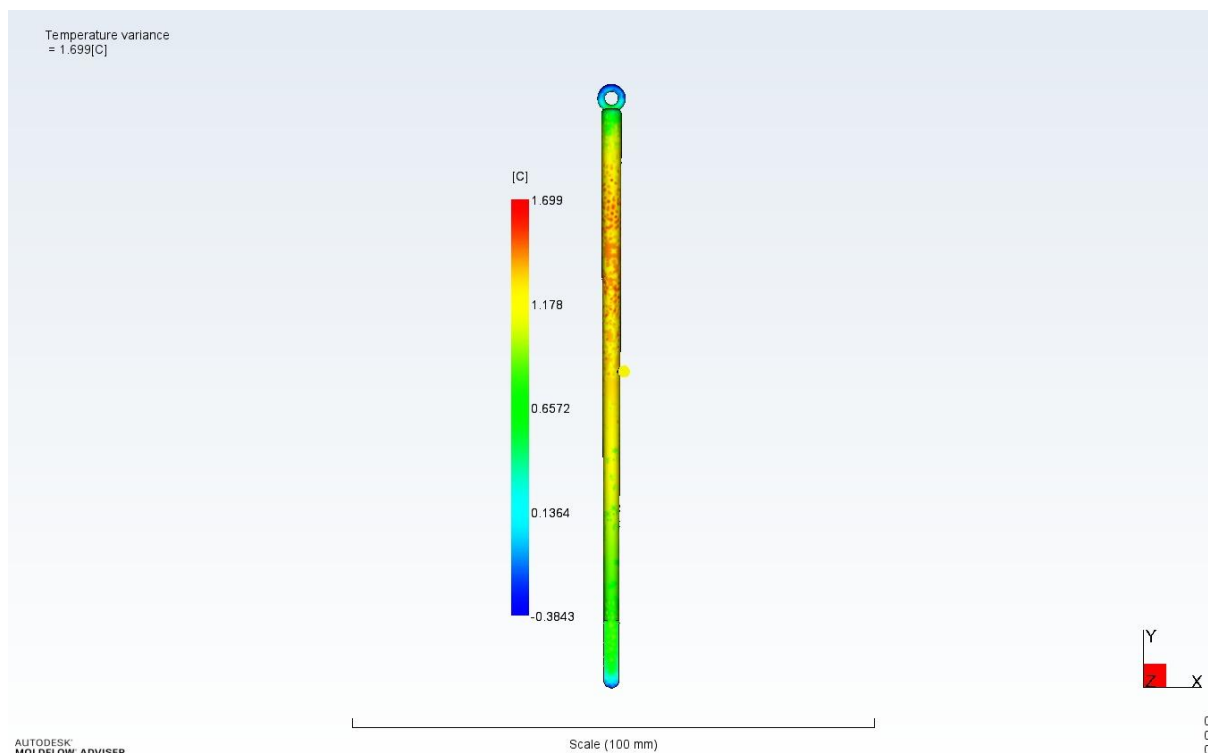
- Варијацијама температуре,
- Варијацијама времена хлађења и
- Квалитету хлађења.

Сви дијаграми могу се видети на слици 50.

**Слика 50а. Квалитет хлађења**

Са слике се види да тело игле риболовачког пловка има висок квалитет хлађења док врх и подножје су лошијег квалитета. Овај проблем је решен тако што су сами канали за хлађење ближи језгру алата.

**Слика 50б. Варијације времена хлађења**



Слика 50в. Варијације у температури

4. Израда техничке документације

Техничка документација за овај алат израђена је у оквиру програмског пакета Autodesk Inventor. Сама документација израђена је у сврху могућности даље израде овог алата и за даљу израду игле риболовачког пловка. У прилогу се налазе следећи цртежи:

- Игла за пловак (A4.00.01),
- Скопни цртеж алата (A1.01.02),
- Плоча форме непокретна (е),
- Плоча форме покретна (A2.03.04),
- Плоча језгра (A2.04.05),
- Плоча подршке (A2.05.06),
- Одстојник (A3.06.07),
- Плоча А (A3.07.08),
- Плоча В (A3.08.09),
- Вођица (A4.09.10) и
- Задња плоча (A2.10.11).

Сама техничка документација израђена је тако да буде у потпуности разумљива раднику у производњи који израђује делове. Из тог разлога котирање положаја отвора извршено је тако да је ивица плоче посматра као координатни почетак и од њега се мере положаји отвора. Због потребе прецизности израде толеранције димензија и положаја су означене са ,00, што означава да је задата тачност у стоту децималу.

5. Закључак

Пластика је један од најпримењенијих материјала у индустрији и у предности је у односу на друге из више разлога:

- Лако се прави,
- Дуготрајна је,
- Ниска цена,
- Безмирисна је,
- Органског порекла и
- Мала потрошња енергије.

Саме пластичне масе могу бити термопластичне и термоеластичне са одређеним примесима као што су:

- Пуниоци,
- Адитиви и
- Безивни материјали.

Сами делови од пластике се могу израдити на више начина. Тема овог рада је бризгање које је један од најраспрострањенијих начина производње. Процес бризгања пластике састоји се од пет саставних корака, а то су:

- Топљење пластичне масе,
- Убризгавање пластичне масе,
- Упуњавање и деловање накнадног притиска,
- Хлађење пластичне масе и
- Избијање готовог комада.

Алат за пластику је сложена конструкција која се састоји од неколико изузетно прецизних елемената. Већина елемената данашњих делова за пластику су стандардни елементи који се поручују. У овом раду тема је алат за пластику који израђује иглу риболовачког пловка. Алат за иглу риболовачког пловка мора испуњавати следеће задатке:

- Могућност аутоматског рада,
- Време пуњења језгара материјалом и глађење од 10 секунди и
- Осам комада по отварању алата.

Највећа потешкоћа при изради овог алата је усклађивање димензија језгара алата са стандардним елементима алата. Такође, позиционирање отвора за хлађење и позиција уливног дела је јако битна и из тог разлога извршене су симулације које приказују:

- Да ли уливни канал на правој позицији,
- Да ли се материјал правилно распоређује,
- Која је густина попуне,
- Какав је квалитет ливеног дела,
- Квалитет хлађења и

- Варијације времена хлађења.

Овај алат израђен је и користи се за произвоњу игала за пловке. На слици 5.1. приказана је игла риболовачког пловка (а) и пловак (б).



а) игла риболовачког пловка



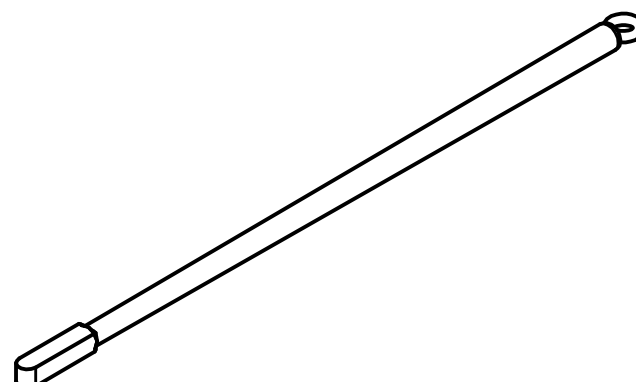
б) пловак

Слика 5.1. Израђени елементи

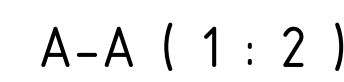
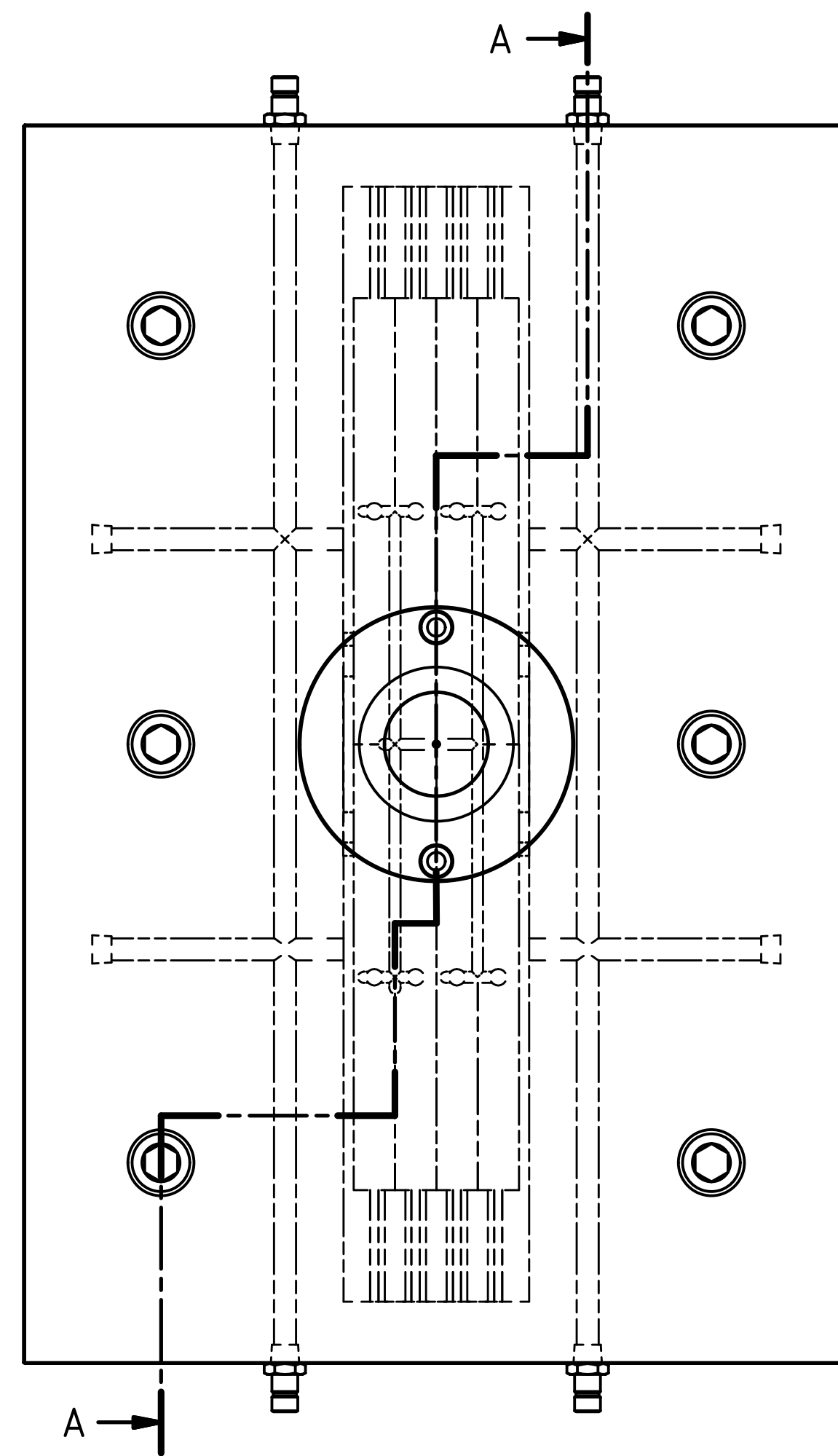
Ови израђени елементи користе се за ручно ливере пластике у калупе, а овај алат доприноси убрзавању производње као и остваривању могућности аутоматизације процеса производње.

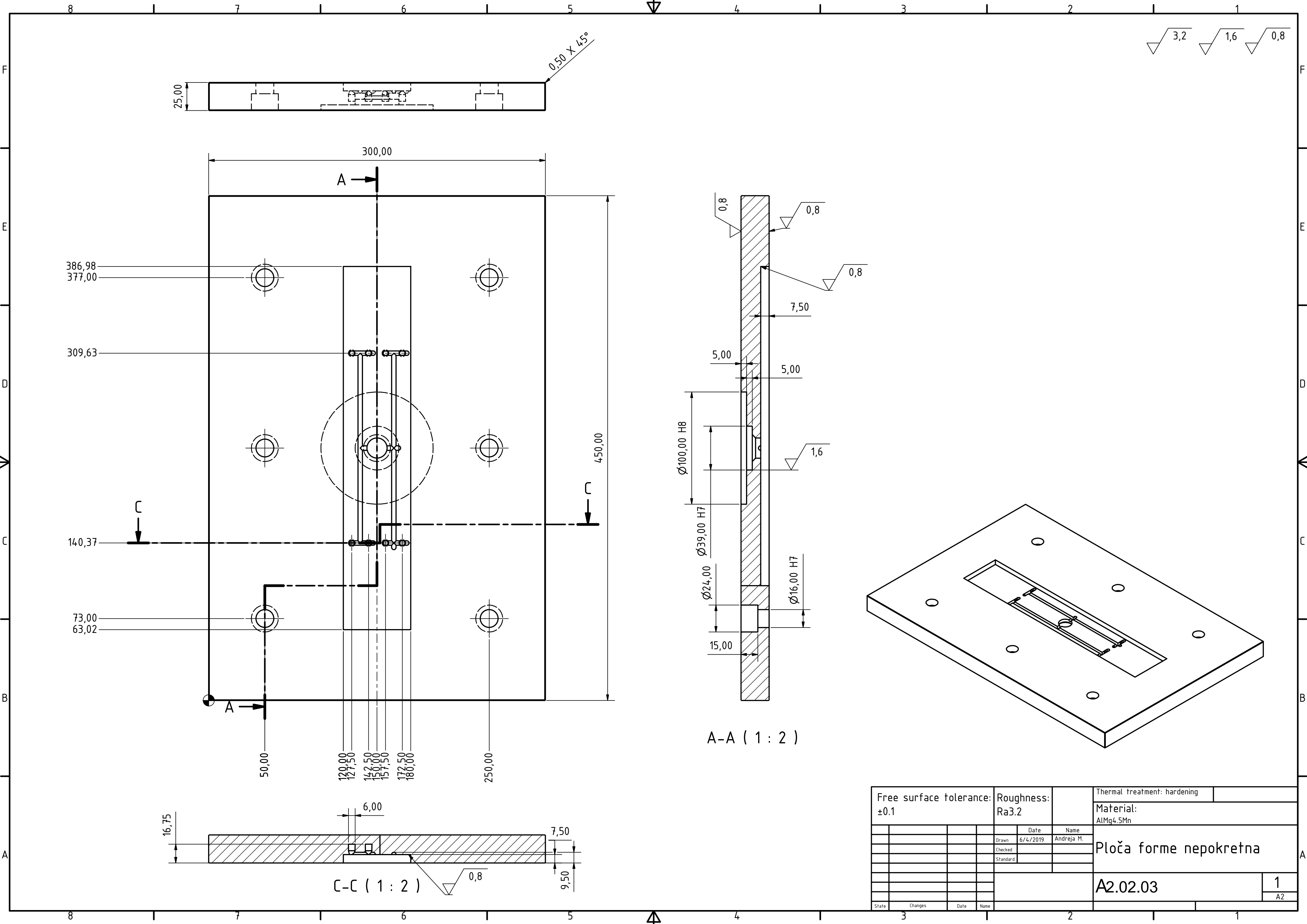
6. Литература

- [4.] Недић Б., Ђукић В., „Пластичне масе“, Машински факултет Крагујевац, Крагујевац, 2004.
- [5.] Величовски Д., Раичевић М., Марковић А., „Увод у индустрију пластике“, SIGIT, Крагујевац, 2017.
- [6.] Рајнер Д., (енгл. *Rainer D.*), „Алати за инјекционо бризгање пластике“, Хансер Публишер, Минхен.
- [7.] Аутодеск Компанија (Autodesk Company), Увод у дизајнирање пластичних калуп (*Introduction to Plastic Mold Design*), поглавље 19.
- [8.] Симулације прицеса бризгања (*Injection Molding and Moldflow Tutorial*), Увирезитет Дрексел, Новембар, 2016.

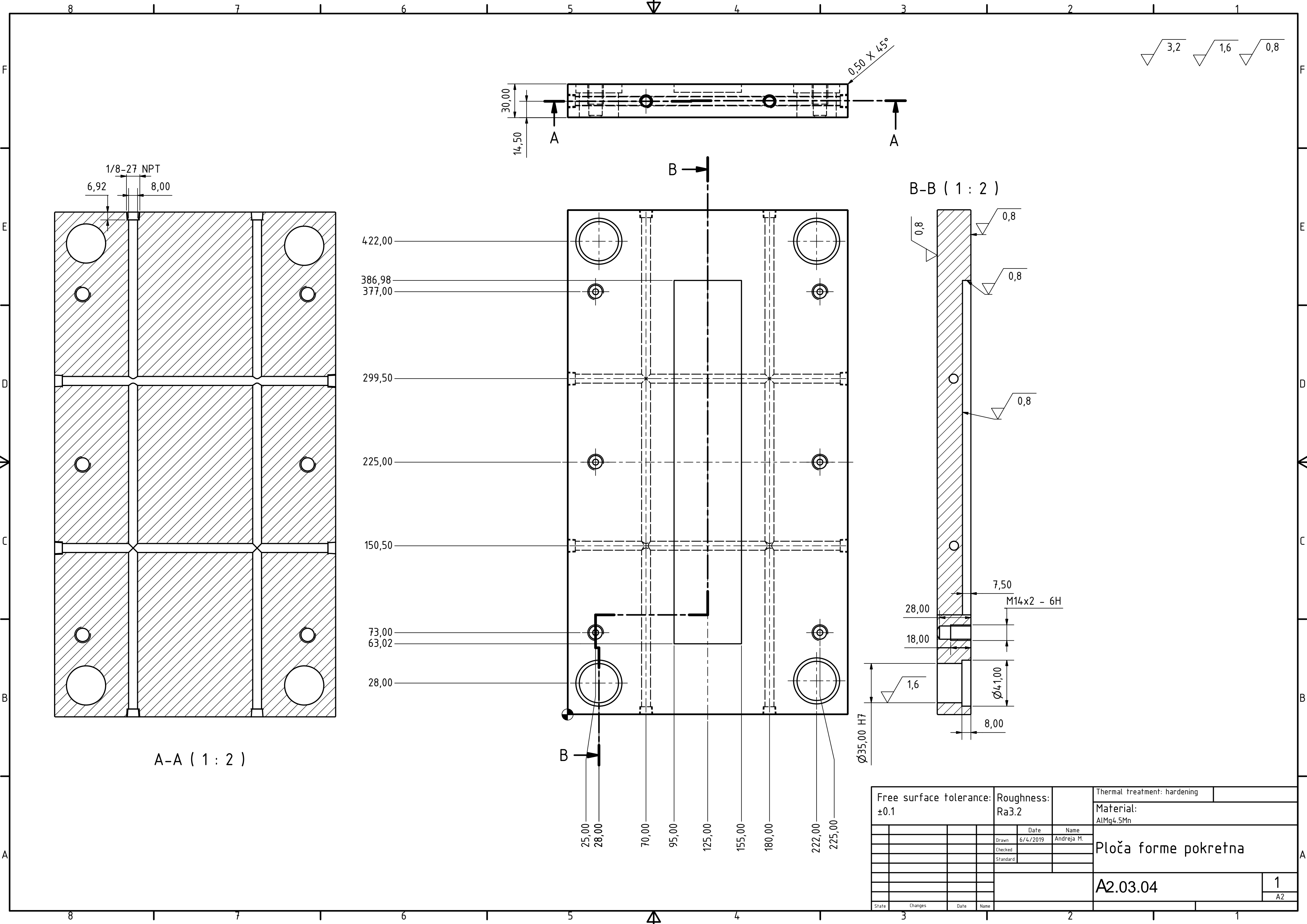


								Material: Polipropilen	
					Date	Name		Iгла ribolovačkog plovka	
				Drawn	6/1/2019	Andreja M.			
				Checked					
				Standard					
						A4.00.01		1	
								A4	
State	Changes	Date	Name						

[illegible]



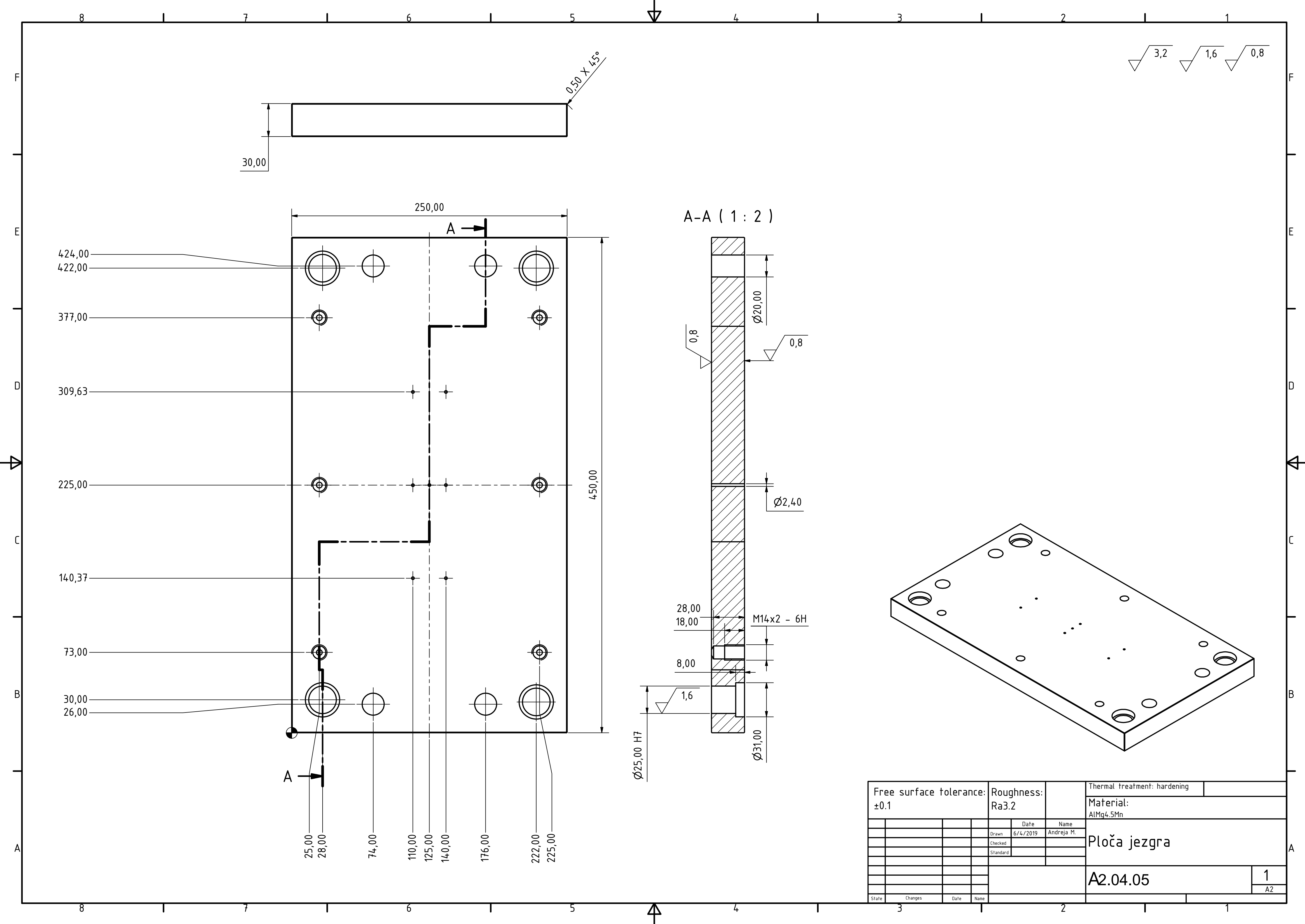
Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening	
						Material: AlMg4.5Mn	
				Date	Name	Ploča forme nepokretna	
				Drawn	6/4/2019		
				Checked	Andreja M.		
				Standard			
						A2.02.03	
						1	
						A2	
State	Changes	Date	Name				

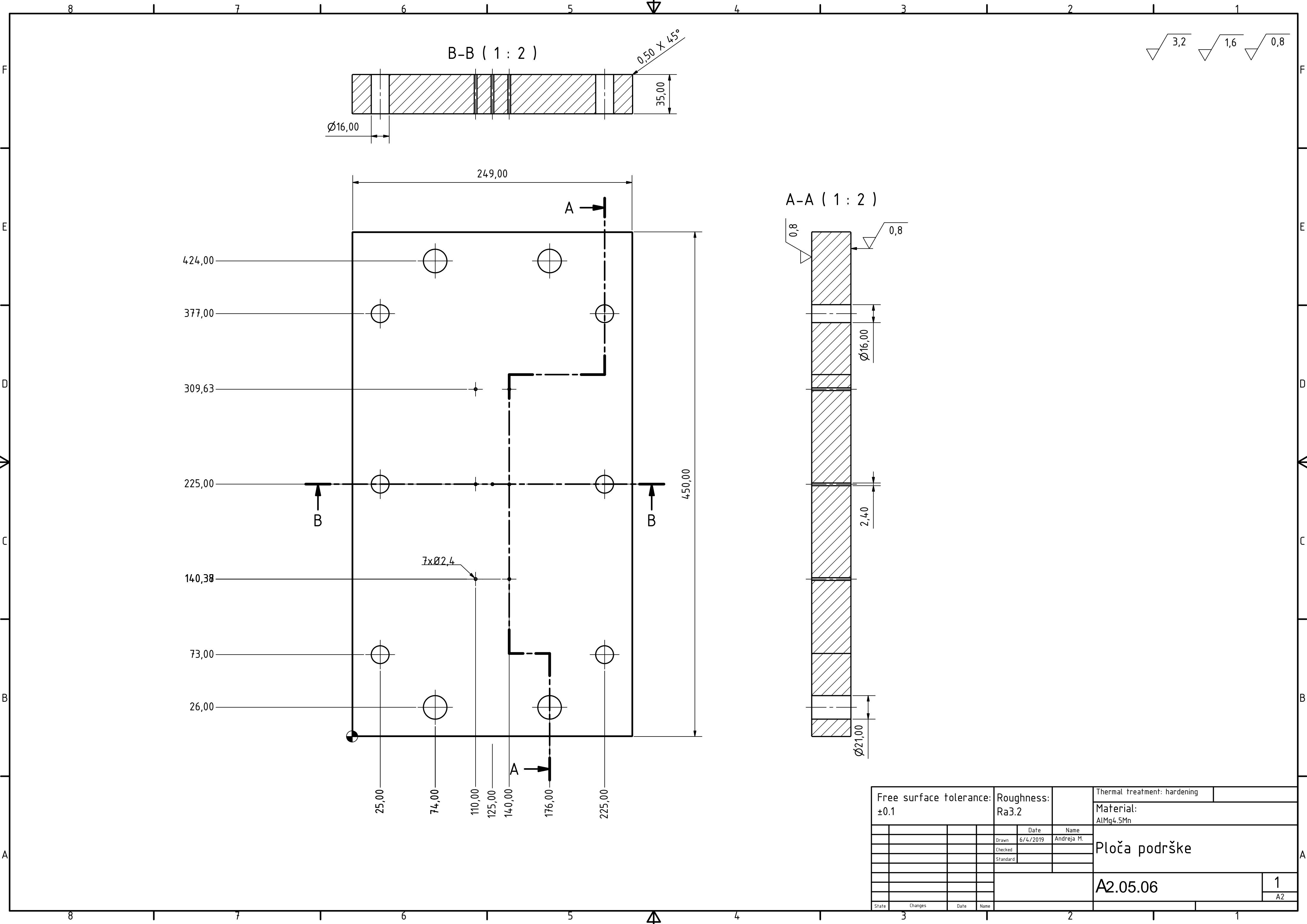


Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening			
						Material: AlMg4.5Mn			
					Date	Name		Ploča forme pokretna	
				Drawn	6/4/2019	Andreja M.			
				Checked					
				Standard					
								A2.03.04	
								1	
								A2	
State	Changes	Date	Name						

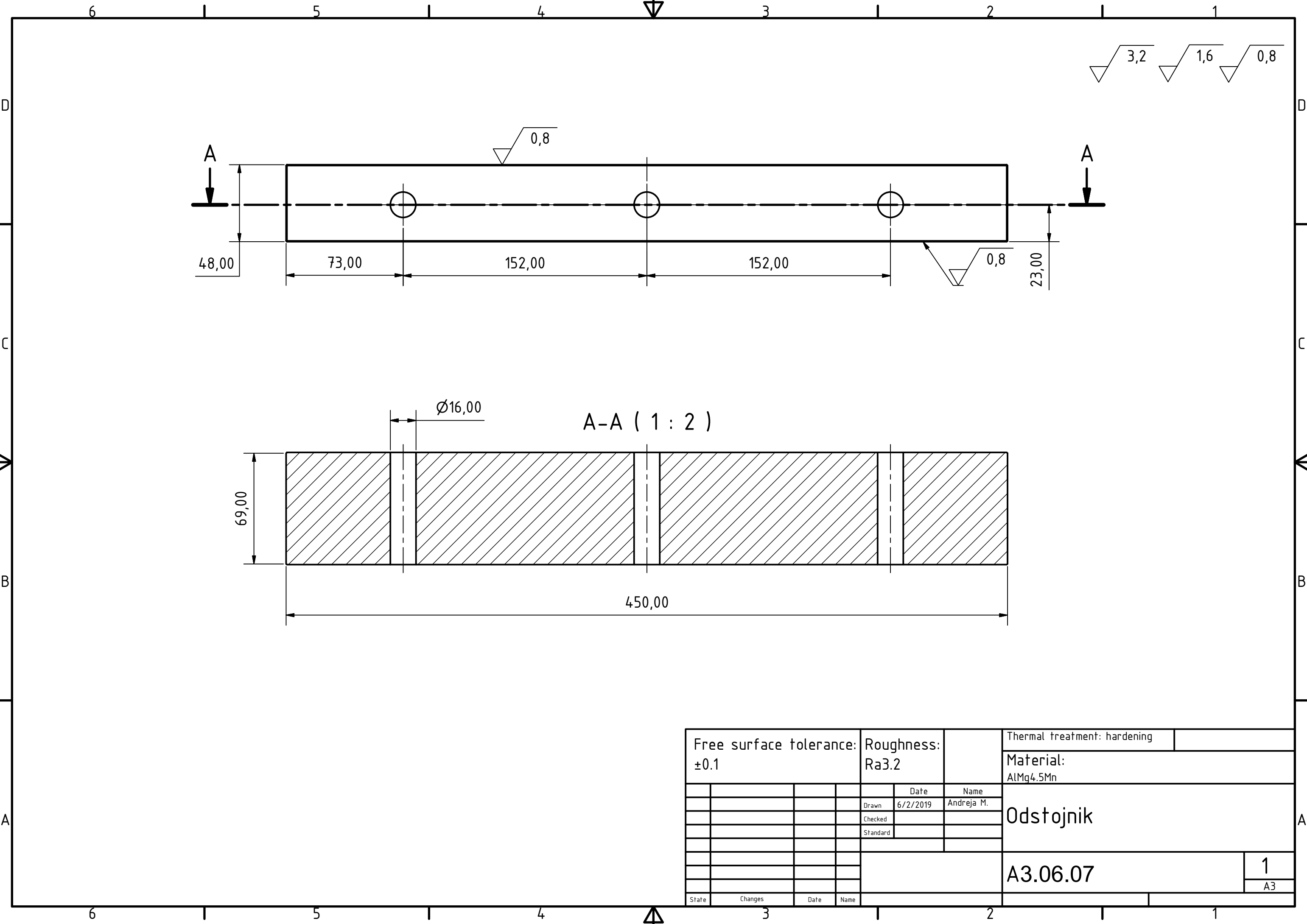
A2.03.04

1

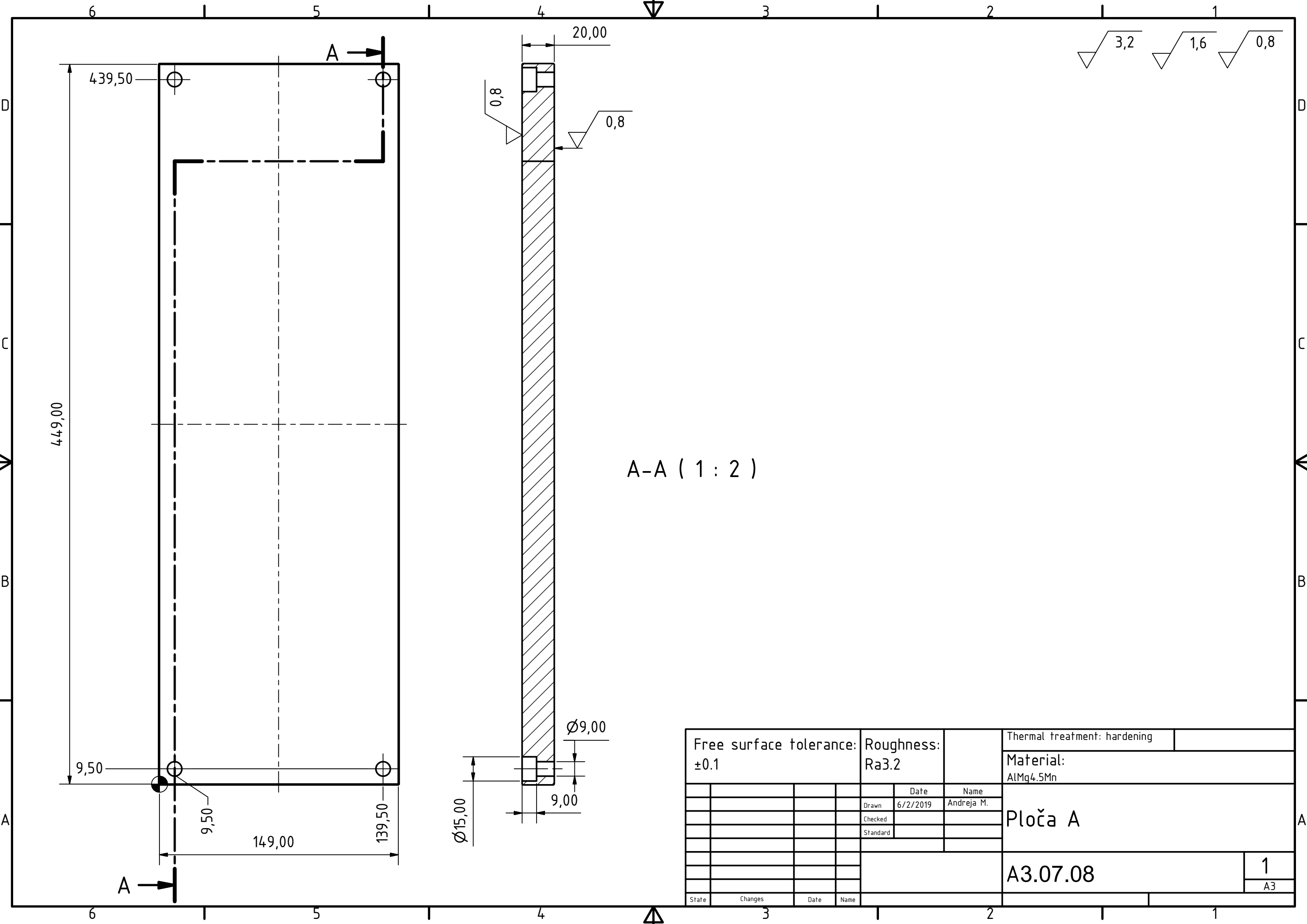


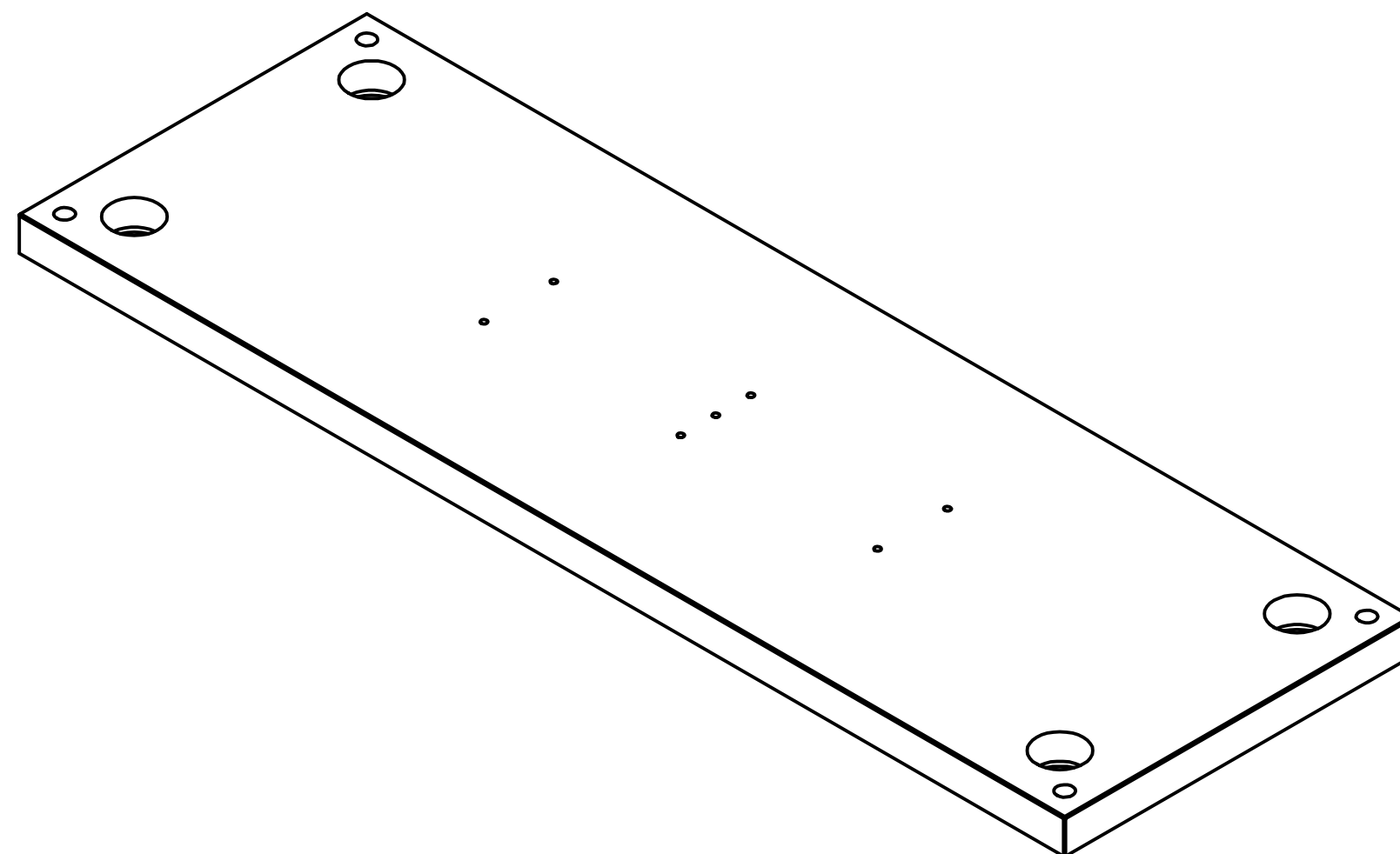
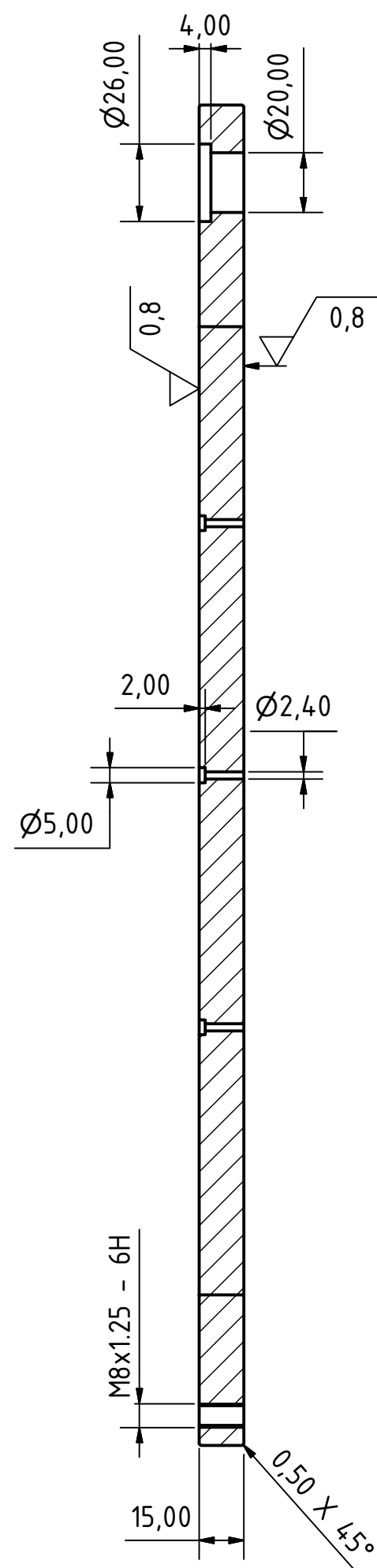
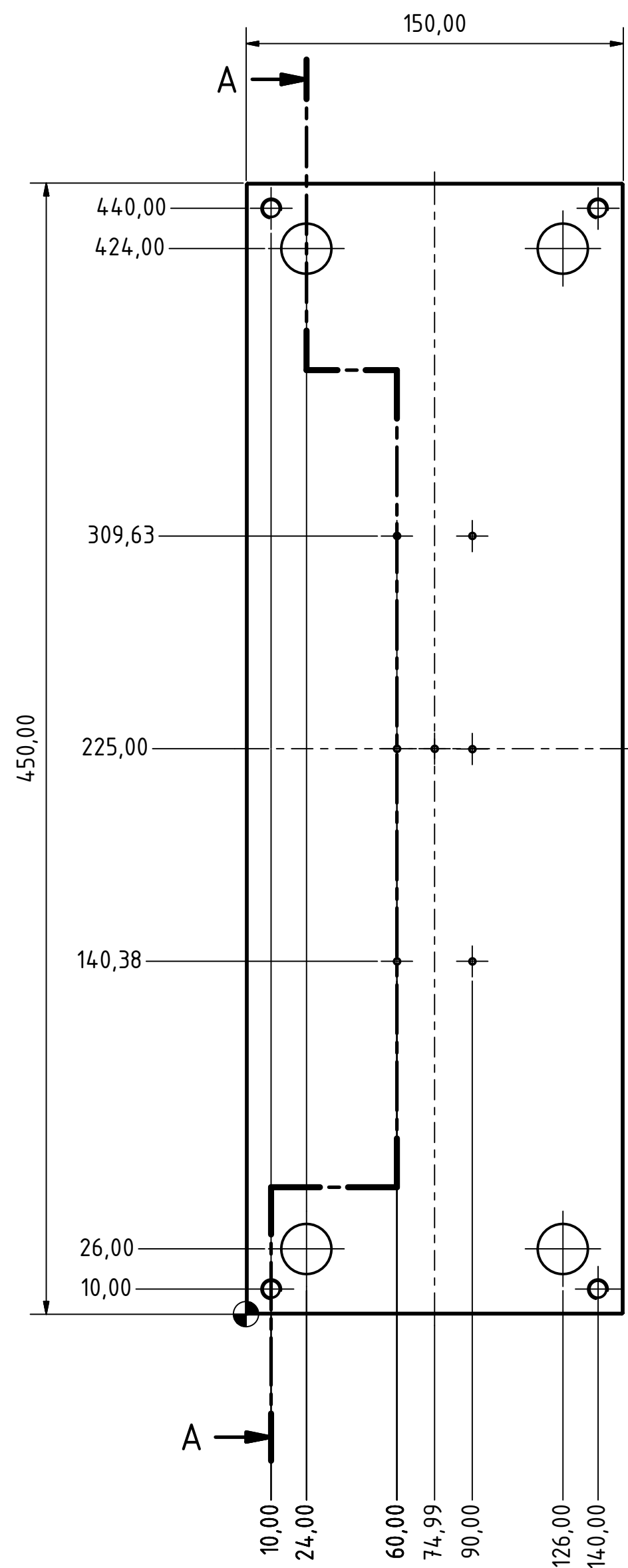


Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening			
						Material: AlMg4.5Mn			
					Date	Name		Ploča podrške	
				Drawn	6/4/2019	Andreja M.			
				Checked					
				Standard					
								A2.05.06	
								1	
								A2	
State	Changes	Date	Name						



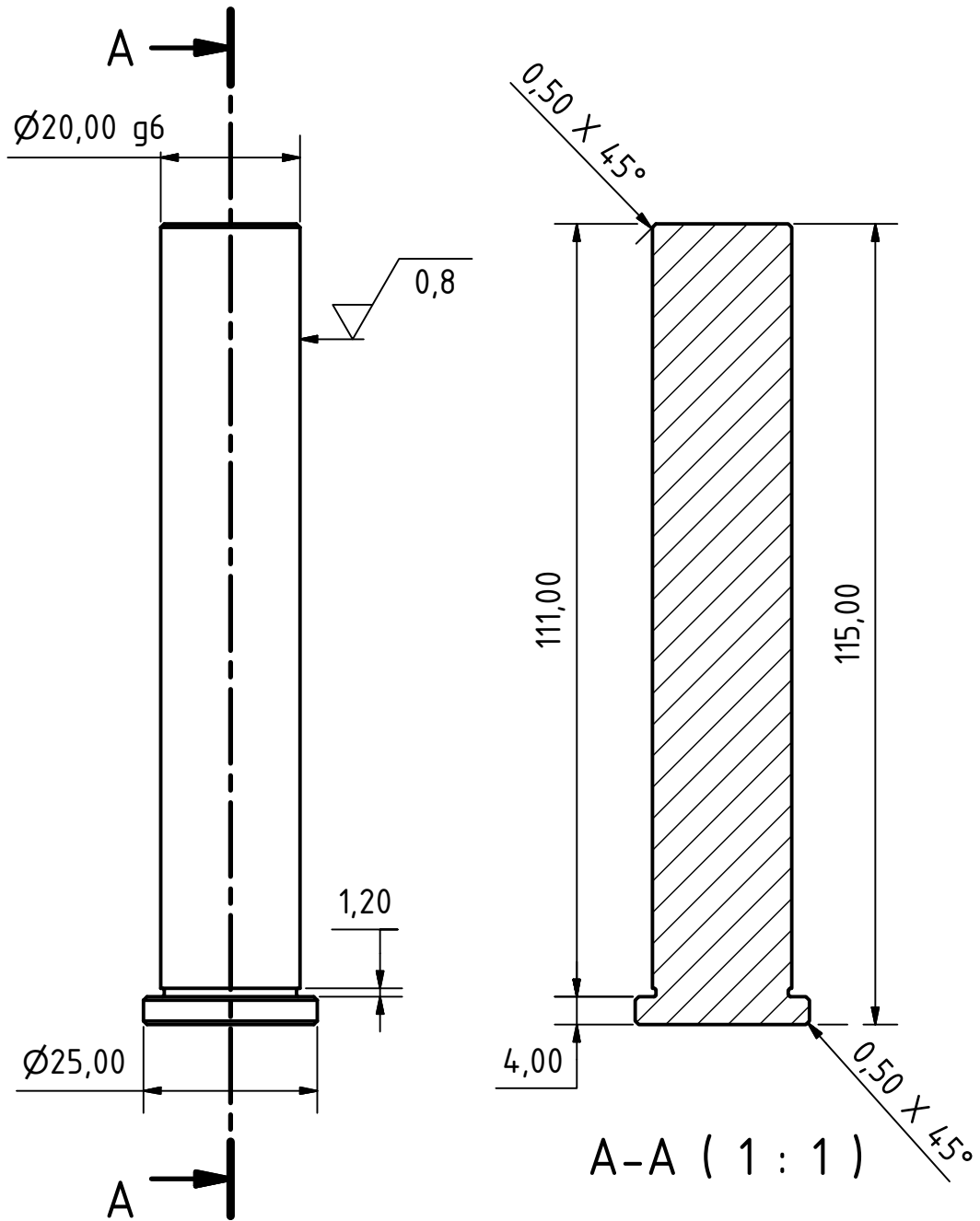
Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening				
						Material: AlMg4.5Mn				
					Date	Name	Odstojnik			
				Drawn	6/2/2019	Andreja M.				
				Checked						
				Standard						
							A3.06.07		1	
							A3			
State	Changes	Date	Name							



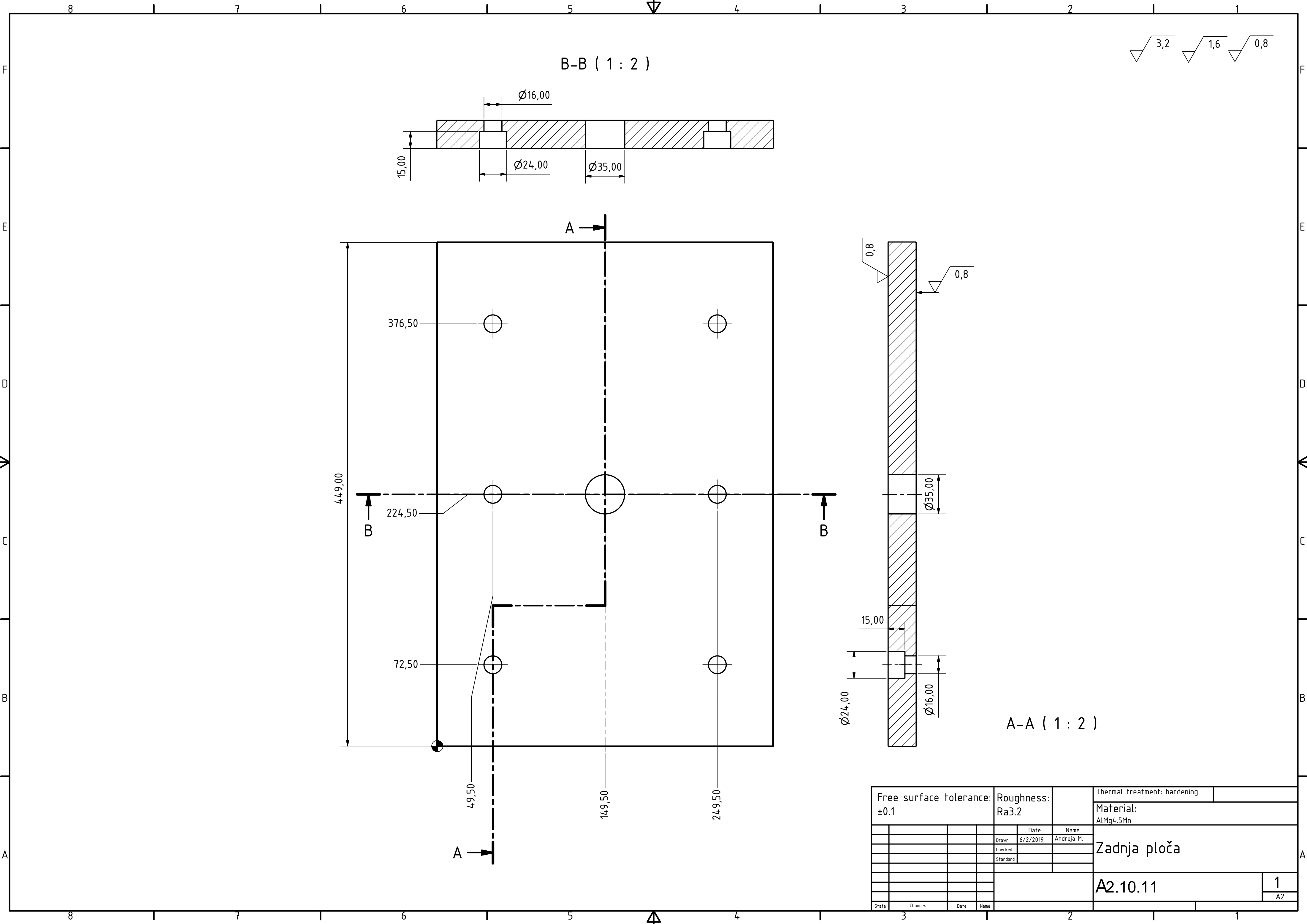


Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening			
						Material: AlMg4.5Mn			
					Date	Name			
				Drawn	6/2/2019	Andreja M.			
				Checked		Ploča B			
				Standard					
						A3.08.09			
State	Changes	Date	Name			1 A2			

3,2 1,6 0,8



Free surface tolerance: ± 0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening	
						Material: AlMg4.5Mn	
				Date	Name	Vodica	
				Drawn	6/2/2019 Andreja M.		
				Checked			
				Standard			
						A4.09.10	
						1	
State	Changes	Date	Name			A4	



Free surface tolerance: ±0.1				Roughness: Ra3.2		Thermal treatment: hardening			
						Material: AlMg4.5Mn			
					Date	Name		Zadnja ploča	
				Drawn	6/2/2019	Andreja M.			
				Checked					
				Standard					
								A2.10.11	
State	Changes	Date	Name					1	
								A2	