

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Примена рачунара у развоју производа

Број индекса: 321/2016

Марија С. Томашевић

Практични приступ пројектовању пресерских алата

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Ненад Марјановић - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог мастер рада кандидат треба да

- Опише основне карактеристике пресерског алата са аспекта производње истих,
- На практичном примеру примени *IDEF0* методу за организацију рада приликом производње пресерског алата,
- Представи како изгледа производња пресерског алата на практичном примеру.

Препоручена литература:

[1] Марјановић Н., Јовичић С.: Основи конструисања, Машински факултет, Крагујевац, 2011.

[2] Марјановић Н., Конструисање помоћу рачунара – скрипта, Факултет инжењерских наука.

[3] Александровић С., Производне технологије (Технологија пластичног обликовања), скрипта, Факултет инжењерских наука.

Крагујевац, септембар 2018. године

Ментор:

Др Ненад Марјановић, редовни професор

Изјава:

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

321/2016 Томашевић Марија

Захваланица:

Захваљујем се фирми Gorenje MDM која ми је пружила могућност да стекнем практично знање, које сам искористила за писање овог мастер рада.

Захваљујем се такође, пријатељима и породици на неизмерној подршци коју су ми пружали током студија.

РЕЗИМЕ

У оквиру овог рада дат је преглед пресерских алата, са освртом на поделу пресерских алата. Због сложености конструкције пресерских алата, одрађен је план рада за пројектовање пресерских алата, по правилима *IDEF0* методе. Дат је детаљан опис свих процеса који учествују у изради пресерског алата. У складу са задатком кроз разраду примера, приказан је практичан пример пресерског алата по фазама *IDEF0* методе.

Кључне речи: пресерски алат, *IDEF0* методе.

SUMMARY

Within this work is given a review of the press tools, with an overview of the part of the press tools. Due to the complexity of the construction of the press tools, a work plan has been developed for the screening of the safety tools, according to the rules of the *IDEF0* method. A detailed description is provided of all processes involved in press tool making. In accordance with the task, through the development of examples, a practical example of the press tool is pointed out in the *IDEF0* method.

Keywords: press tool, *IDEF0* method.

Садржај:

1. Увод.....	2
2. Пресерски алати	4
2.1. Увод у алате	4
2.2. Пресерски алати	4
2.3. Подела пресерских алата	5
3. <i>IDEF0</i> поступак	10
3.1. Основе <i>IDEF0</i> методе	10
3.2. Примена <i>IDEF0</i> методе.....	11
3.3. Графички приказ <i>IDEF0</i> методе	11
4. Практична примена <i>IDEF0</i> методе на процес производње алата.....	15
4.1. Производња алата – опште.....	15
4.2. Процес A0 – Производња алата и кључни припадајући процеси.....	15
4.3. Процес A1 – Продаја.....	18
4.4. Процес A2 – Пројектно вођење.....	20
4.5. Процес A3 – Конструисање и технолошка обрада.....	22
4.6. Процес A4 – Набавка материјала/услуга	25
4.7. Процес A5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа	27
4.8. Процес A6 – Проба алата.....	29
4.9. Табела активности процеса производње.....	31
5. Пример конструкције пресерског алата	35
5.1. Термински план израде конструкције алата	35
5.2. Техничко–технолошки захтеви.....	36
5.3. Метода	38
5.4. Симулација.....	39
5.5. 3D конструкција алата	39
5.6. 2D приказ позиција	43
5.7. Технологија обраде	45
5.8. Алат спреман за испоруку	46
6. Закључак.....	47
Литература	49
Списак слика.....	50

1. Увод

У данашње време многи људи се баве стварањем различитих типова система, који су све више заступљени у разним сферама наших живота. Системи, или разноврсни уређаји, су временом постајали све сложенији и захтевнији, а све у сврху олакшавања живота људи, односно подизања животног стандарда. Временом је човек развијао своје способности да осмисли системе који ће му олакшати живот. Почевши од давнина када су то били само алати којима је човек нешто разбијао или сакупљао, дошло се до данашњих времена када је човек развио толико разноврсних система који му могу олакшати живот као што су аутомобили, рачунари, машине за разноврсне делатности и други системи који за њега обављају послове које је некада морао да обавља сам. Развијањем система и елемената које их сачињавају, довели су до развијања све сложенијих алата за њихово стварање.

Елементи система су постали све захтевнији у свом облику. Да би се такви елементи израдили постало је неопходно осмислити машину (алат) која би без помоћи људи израдила те елементе. Од давнина људи користе алате за обликовање различитих предмета, почевши од камених ножева, док смо данас стигли до веома сложених машина које обављају више операција истовремено. Како су људи почели да користе све захтевније материјале као што је метал, тако су и алати за обликовање метала постали све сложенији и захтевнији. Један од таквих алата је пресерски алат који служи за израду сложених елемената од метала. Оваква врста алата је веома компликована за израду и има мноштво операција које обавља уместо људи.

Као један од првих изазова приликом обликовања метала су његове физичке, хемијске и механичке особине. Као други изазов се јавља сложеност облика комада. Спајањем ова два изазова и њиховим решавањем, добијен је пресерски алат. Пресерски алат у ствари служи за хладно обликовање лима од метала и за сваки облик елемента се специјализовано прави различит алат, тако да је потребно да се за сваки сложени елемент, на пример у аутомобилима, направи посебан алат, што је довело до проблема организације рада у фирмама које се баве производњом пресерских алата, због масовне потражње истих.

У овом раду биће детаљније објашњено шта су пресерски алати и какви типови пресерских алата постоје, шта се све од њих може направити и како изгледа процес њиховог рада. Како је већ напоменуто појавио се проблем приликом прављења оваквих алата, односно организације рада. Постоје разноврсни системи за организацију рада приликом производње оваквих машина, али ће у овом раду бити описана једна од њих и то помоћу *IDEF* поступка.

У овом раду ће детаљније бити објашњено како *IDEF* поступак утиче на производњу и како је организује. *IDEF* поступак у ширем смислу обухвата многе гране производног процеса. Једна грана *IDEF* поступка се бави самом организацијом производног процеса и постала је неопходна за израду сложених алата, као што је пресерски алат, и назива се *IDEF0* метода. Урађена је детаљна анализа свих фаза *IDEF0* методе и како утичу на промене у раду фабрика за производњу пресерских алата.

На самом крају рада биће представљен пресерски алат који је сконструисан и израђен по свим правилима *IDEF0* методе. Примена овог поступка је рађена ради схватања целог производног процеса, што ће бити детаљније објашњено.

2. Пресерски алати

2.1. Увод у алате

Алати служе за обликовање материјала и извођење разних операција, и могу бити израђени од различитих материјала. Најчешће се алати заснивају на систему полуга, клина или конуса, као што су на пример клешта, секира или чекић. Израда алата је веома битна за човека, који је израдом алата у ствари заменио своју физичку снагу. Са развијањем човечанства усавршили су се и алати, од праисторијског каменог ножа до савремених висококвалитетних алата. Развој индустрије омогућио је замену ручних алата са машинама. Модерна технологија усавршила је старе и развила многе нове алате како би омогућила што бржу, прецизнију и јефтинију производњу [1].

Данашње алате називамо помоћним прибором или механизмом у процесу израде производа и његове контроле. Могу се поделити, односно разврстати, по различитим критеријумима.

Једна од подела је и подела алата према делатности [2]:

- за обраду метала,
- за обраду дрвета,
- за обраду полимера,
- грађевински алати,
- пољопривредни,
- остали алати у домаћинству.

Поред поделе алата према делатности постоји и подела алата према коришћењу и набавци [2]:

- Стандардни алати: купују се готови на тржишту и такви се употребљавају, за општу употребу и различите производе, стандардизовани су по квалитету и димензијама (пример: нож, глодало, кључ и тако даље).

- Наменски алати: израђени са високим нивоом завршне обраде, али се не могу директно користити без претходне обраде или надоградње.

- Специјални алати: не могу се набавити готови на тржишту, потребно га је направити или наручити, а служи за израду конкретних производа.

У наредном поглављу биће објашњен конкретан пример алата из групе специјалних алата који служи за хладно обликовање металних лимова, односно пресерски алат.

2.2. Пресерски алати

Пресерски алати представљају алате за хладно обликовање метала. Оваква врста алата спада у групу специјалних алата јер су намењени за обликовање специфичних

комада. Сваки пресерски алат се прави по наруџбини, то јест зависно од облика комада који се израђује. Пресерски алати спадају у групу сложених алата јер садрже онолико операција колико је потребно да се комад обликује.

Пресерски алати служе за обликовање метала у облику лимених плоча или из колутава различитих дебљина. Метална плоча дебљине до 300 *mm* се сматра лимом и као таква може бити обликована на пресерском алату.

Пресерски алати обављају разне врсте операција како би обликовале један или више комада. Операције се могу извршавати у више корака или операција, зависно од сложености комада. Под операције које пресерски алат може да одради спадају:

- Просецање,
- Пробијање,
- Савијање,
- Извлачење.

Комбинацијом ових операција може се добити и најсложенији облик комада.

Пресерски алат је алат, који се монтира на пресу, која може да буде хидраулична, пнеуматска или механичка у зависности од комада и захтева купца. Наиме, алат се везује на пресу, односно један део алата на горњу, а други део алата на доњу плочу пресе. Тако оформљени алат покреће преса и спајањем горњег и доњег дела обликује се лим. Преса за обликовање једног комада може имати више операција тако да је потребно да се за сваку операцију преса покрене, односно одради један циклус свог рада. Таквим континуалним радом пресе и алата из више операција и циклуса добија се жељени комад.

Пресерски алати се користе у индустријама које захтевају брз рад и велики број сложених делова у одређеном временском периоду.

У наставку рада ће бити објашњене врсте пресерских алата.

2.3. Подела пресерских алата

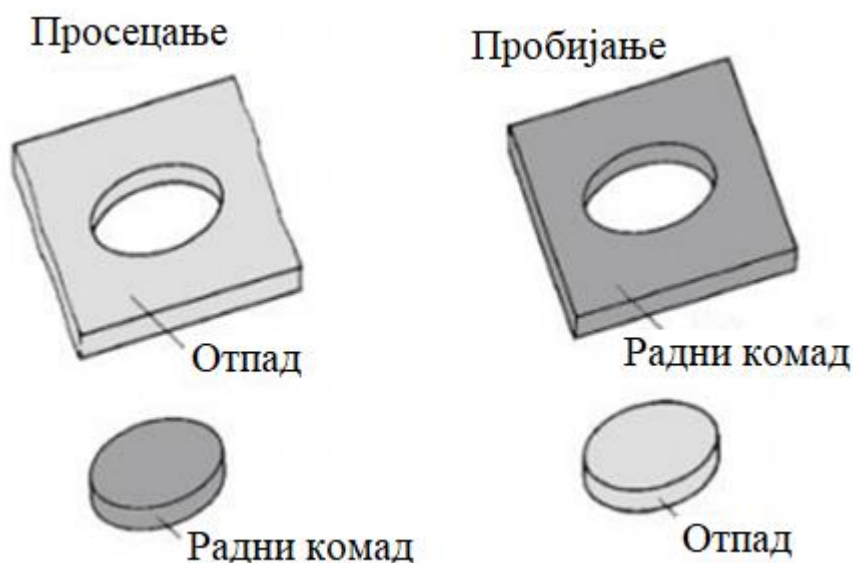
Постоје разноврсне поделе пресерских алата. Једна од основних подела пресерских алата је [3]:

1. алати за просецање и пробијање,
2. алати за савијање,
3. алати за дубоко извлачење,
4. корачни (прогресивни) алати,
5. трансфер алати (алати за трансфер пресе).

У наставку ће бити дате основне тезе о наведеним врстама пресерских алата.

1. Алати за просецање и пробијање

Прва група у коју се могу сврстати пресерски алати су алати за просецање и пробијање. Ове функције (просецање и пробијање) у мањем или већем облику извршавају сви пресерски алати, али је потребно напоменути да постоје мањи алати специјализовани само за ове активности. Наиме, код алата за просецање просечено језгро је радни комад, а остатак траке је отпадак. Код алата за пробијање језгро је отпадак, а остатак материјала је радни комад. Разлика између пробијања и просецања је приказана на слици 2.1.



Слика 2.1 Просецање и пробијање

Процес просецања, односно пробијања, карактерише се у почетку деформисањем (фаза еластичних деформација) дела испод просекача/пробојца, и то: еластичним савијањем, које се одређеног тренутка претвара у пластично деформисање са истезањем (фаза пластичних деформација). У периоду пластичне деформације, ивица пробојца и плоче за пробијање разара спољну површину дела да би га просекла (фаза разарања).

Може се закључити да постоје три фазе кроз које пролази радни комад, а то су фаза еластичне деформације, фаза пластичне деформације и фаза разарања. Ради бољег разумевања овог поступка у наставку су ове фазе детаљније објашњене.

Фаза еластичних деформација

Током ове фазе се одвија еластично сабијање, савијање радног комада и мало еластично утискивање у отвору комада, при чему напони не прелазе границу еластичности.

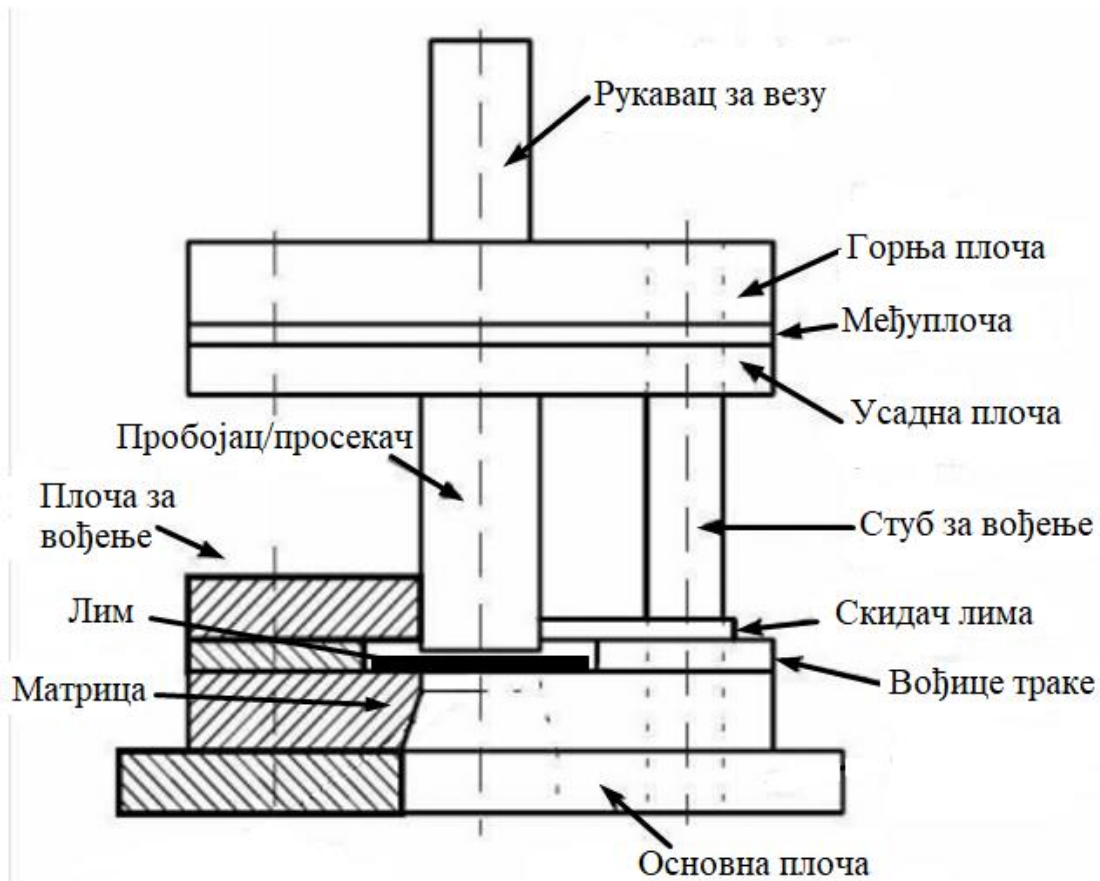
Фаза пластичних деформација

У овој фази се материјал савија и утискује у отвор прстена за просецање, тако да се сила коју преноси просекач на материјал концентрише на гранични прстенасти слој материјала између ивица просекача и прстена за просецање.

Фаза разарања

Стварају се пукотине у правцима максималних деформација смицања, и брзо се проширују на унутрашње слојеве радног комада. Спајањем пукотина завршава се процес одвајања. При даљем кретању просекача, одвојени део се потискује кроз отвор плоче.

Алат за просецање и пробијање се састоји од следећих елемената као што је приказано на слици 2.2 [4].



Слика 2.2 Алат за пробијање и просецање

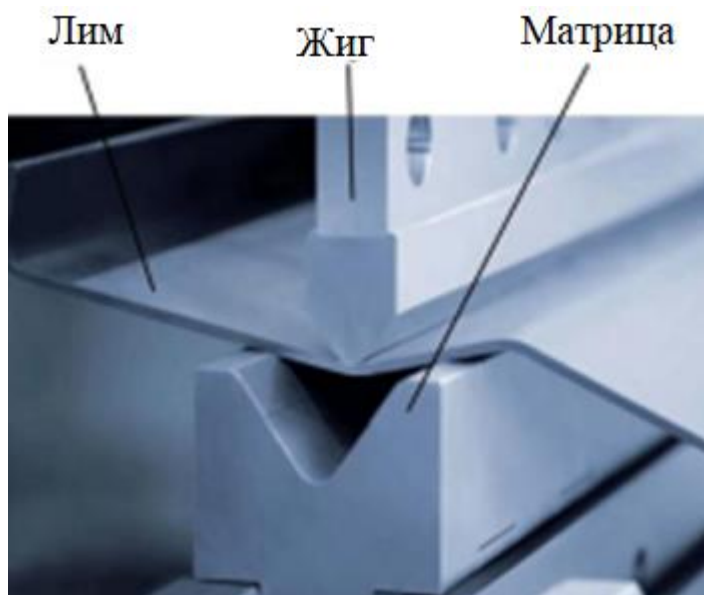
Зависно од намене алата, за коју врсту производње је намењен (серијска или појединачна), типа пресе, материјала који се користи за обликовање зависи и од којих је елемената састављен алат.

2. Алати за савијање

Савијање је технолошка метода пластичног деформисања која налази широку примену у пракси, како у условима серијске и масовне производње, тако и у условима појединачне производње. Овом методом обрађује се лим, жица, профилисане цеви и многи други делови. Димензије радног комада код савијања крећу се од реда величине неколико милиметара до неколико метара. Савијање се често изводи у комбинацији са другим обрадама пластичног деформисања као што су раздвајање, пробијање и други. У највећем броју случајева савијања, зона пластичног деформисања сконцентрисана је на једну уску област запремине - локално деформисање (Слика 2.3), док на пример, код кружног савијања цела запремина радног комада учествује у пластичном деформисању.

Основне методе обликовања савијањем [3]:

- савијање на универзалним машинама помоћу специјалног алата,
- профилно савијање на специјалним машинама – апкант преси,
- профилно савијање помоћу ваљака,
- кружно савијање лима,
- кружно савијање профила,
- савијање уских трака и жице.



Слика 2.3 Алат за савијање

Специјални алати за савијање омогућавају израду полупроизвода (на којима следи још нека врста обраде) или коначних производа. У зони савијања се добија одређена геометрија која је, по правилу, негатив радних елемената алата за савијање (жиг и матрице). Они могу бити постављени на универзалне машине које су најчешће једноструког дејства.

3. Алати за дубоко извлачење

Дубоко извлачење је процес производње производа од равног лима. Обрада се обично врши у хладном стању, а у посебним случајевима и у врућем стању равног лима. За дубоко извлачење материјал има почетни облик равне плоче која се назива „платина” и може имати облик круга, квадрата, правоугаоника, елипсе и слично. Из ових равних плоча се, процесом дубоког извлачења, добијају посуде са затвореним дном, за разлику од извлачења код којег се из материјала, у облику шипке, редукцијом пречника као производ добија жица. За време дубоког извлачења почетна равна дела се затвара између калупа и држача лима, после чега се спушта деформишући се у жељени облик [5].

Два основна начина дубоког извлачења су:

1. дубоко извлачење са променом дебљине зида и
2. дубоко извлачење без промене дебљине зида.

Основни елементи дубоког извлачења су:

- 1) извлакач,
- 2) прстен за извлачење.

4. Корачни (прогресивни) алати

Корачни, односно прогресивни алати, су сложени пресерски алати. У претходном тексту су објашњене функције мање захтевних пресерских алата који изводе једну или највише две функције у процесу рада. За разлику од њих, прогресивни алати раде комаде сложенијег облика па самим тим изводе више операција истовремено – просецање, пробијање, савијање и извлачење, што их чини врло сложеним.

За добијање комада из прогресивних алата, користе се траке лима и то: у облику плоча (за ручно додавање у алат) или у облику колутова (за аутоматско додавање у алат), а што зависи од пресе на којој се алат проба, односно за коју је алат намењен. Тако се од такозване пуне траке на улазу у алат, кретањем кроз кораке - операције, на излазу добије жељени радни комад. Почетна позиција траке мора бити дефинисана на алату, а свакој операцији одговара исти корак (дужина померања траке). После сваке завршене операције, код ручног додавања, оператер помера траку до граничника, а код аутоматског додавања, померање траке врши аутоматски додавач на преси.

Метода - концепт како из пуне траке добити жељени комад је један од најзахтевнијих задатака конструкције алата. За захтевне радне комаде спроводи се и поступак симулације („понашања” лима у операцијама савијања и извлачења) у циљу утврђивања *springback*-а (отпор лима након савијања) и стањивања лима.

5. Трансфер алати (алати за трансфер пресе)

Трансфер алати су најчешће сачињени из модула, које чине појединачни алати, а постављени су на заједничке плоче. За разлику од прогресивних алата за које је потребан лим у облику траке, за трансфер алат је потребан радни комад (припремак) у облику плоче одговарајућег облика (зависно од радног комада који треба коначно да се добије). Тако се радни комад после сваке операције пребацује (ручно или аутоматски) из алата у алат и из последњег алата добијамо жељени комад. У сваком алату постоји одговарајући начин позиционирања припремака.

Метода - концепт како из припремака, кроз појединачне алате у модулима, добити жељени комад, је и за трансфер алате такође један од најзахтевнијих задатака конструкције алата. Симулација се ради из истих разлога као и код прогресивних алата.

Пресерски алати представљају сложене конструкције и потребно је осмислити поступак за управљање оваквим производним процесом. Постоји много врста организације процеса производње пресерских алата.

У овом раду биће детаљније објашњен један од поступака за вођење производног процеса пресерских алата, укључујући све фазе, почевши од добијања захтева од купца, преко конструисања алата, па све до коначне предаје алата купцу.

3. IDEF0 поступак

Као један од могућих поступака за управљање процесом за производњу пресерских алата је *Integrated DEFinition* метода (у наставку текста *IDEF*). *IDEF* метода представља организовану шему техника и модела за управљање разним процесима.

Заправо метода *IDEF* представља фамилију метода дизајнираних за структурални приступ организацији за доношење одлука, акција и активности организација. *IDEF* је настао из веома добро заснованог графичког језика, такозваног, „*The Structured Analysis and Desing Technique*” (*SADT*). Полазећи од *SADT*, током 60-их и 70-их година, авијација *SAD*-а развила је методу за моделирање којом се могу анализирати активности и сагледати функционисање неког производног процеса.

Почетком 90-их година, *IDEF* организација ствара стандарде *IDEF0* и *IDEF1x*. *IDEF0* служи за организацију конструисања производних процеса, док *IDEF1x* служи за семантичко-информационо прикупљање података. *IDEF* организација, у сарадњи са *National Institutes for Standards and Technology (NIST)*, је осмислила ове методе које су прихваћене и од стране *International Organization of Standards (ISO)* [6].

За приказ производног процеса, укључујући конструисање пресерског алата, изабрана је *IDEF0* метода која ће у наставку бити анализирана.

3.1. Основе IDEF0 методе

IDEF0 је метода која је урађена по стандарду америчке организације *Federal Information Processing Standard (FIPS)*, која дефинише језик за организацију, одговарајућих правила и техника за развој графичке презентације система или организације. Употреба овог стандарда омогућава конструкцију модела, који се састоји од систематских функција (активности, процеси операције, функционалних веза и података (информација или објеката)). Намена оваквих модела је да подрже напредовање система. *IDEF0* метода има одређене технике помоћу којих организује процесе.

Технике организовања процеса су [6]:

- генеричност (за анализу система са различитом наменом и сложености),
- ригорозност и прецизност (за производњу коректног, употребљивог модела),
- концизност (да омогући разумевање, комуникацију, усаглашавање и вредновање),
- концептуалност (за представљање функционалних захтева, а не физичко или организационо увођење),
- флексибилност (да подржи више фаза у животном веку пројекта).

Ове технике нам приближније говоре чиме се бави *IDEF0* метода и најпростије како организује поједине процесе.

3.2. Примена *IDEF0* методе

IDEF0 метода је базирана на *IDEF0* техници коју су развили *Douglas T. Ross* и *SofTech*. *IDEF0* може да се користи за моделирање широког спектра организационих система. Код нових система, ова техника може да се користи за дефинисање захтева и задавања функција, а затим да се пројектује решење које ће задовољити захтеве. За постојеће системе, *IDEF0* може да се користи за анализу функција које систем изводи и за снимање механизма (начина) на које се оне извршавају. Како је већ наведено *IDEF0* метода се може применити и на већ постојећим организационим системима са циљем да се они побољшају и надограде. *IDEF0* метода поседује одређене стандарде по којима функционише, а један од тих стандарда који се захтева је и графички приказ поступка организације система [7].

3.3. Графички приказ *IDEF0* методе

За приказ организације система користе се одређени алати, који омогућавају графички приказ организације система. Графички приказ *IDEF0* методе (Слика 3.1) за организацију система састоји се од следећих елемената [8]:

1. правоугаоника,
2. стрелица.



Слика 3.1 Правоугоник (активност) са стрелицама

Правоугаоници представљају активности које су дефинисане као функција или процес. Правоугаоници имају свој назив и број, наведени у оквиру граница правоугаоника. Заправо то је назив и број активности, а назив активности представља глаголски облик речи која описује функцију или процес. При дефинисању активности треба водити рачуна да активност има свој рок трајања односно да има моменат почетка активности и моменат завршетка. Треба посебно водити рачуна да свака активност треба имати свој резултат.

Стрелице представљају податке или објекте везане за активност. Назив стрелица су у форми именица. Врсте стрелица су:

- улазне,
- контролне,
- излазне,
- механизми.

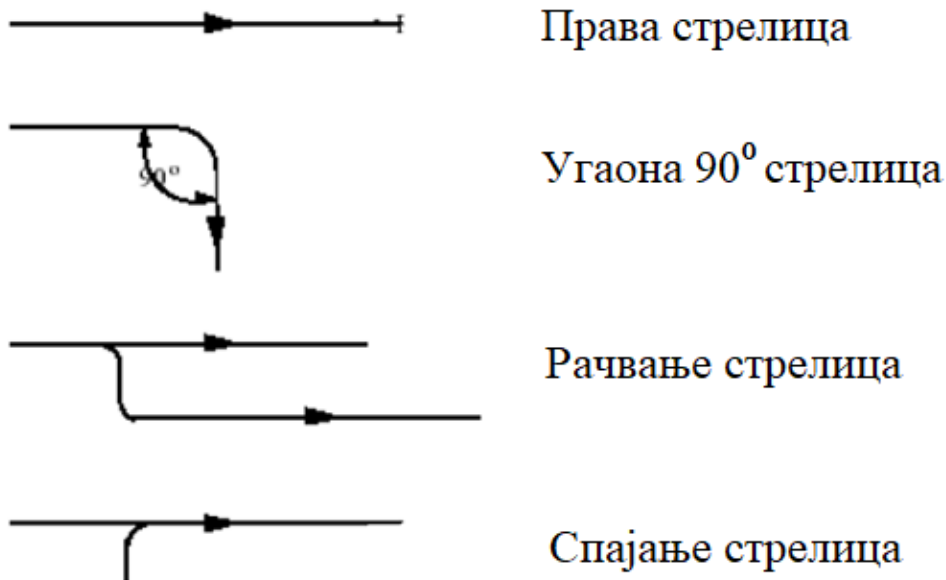
Улазне стрелице представљају информацију која се користи у оквиру активности и која се трансформише дајући излаз. Активност не мора да има улаз.

Контролне стрелице су информације или материјали који регулишу услове под којима се активност обавља. То су најчешће разна правила, закони, стандарди и други.

Излазне стрелице су информације створене активношћу. Свака активност мора имати бар један излаз.

Механизми су извори који изводе активност, а то могу бити људски ресурси, машине и тако даље.

Стрелице могу имати више облика, што је приказано на слици 3.2.



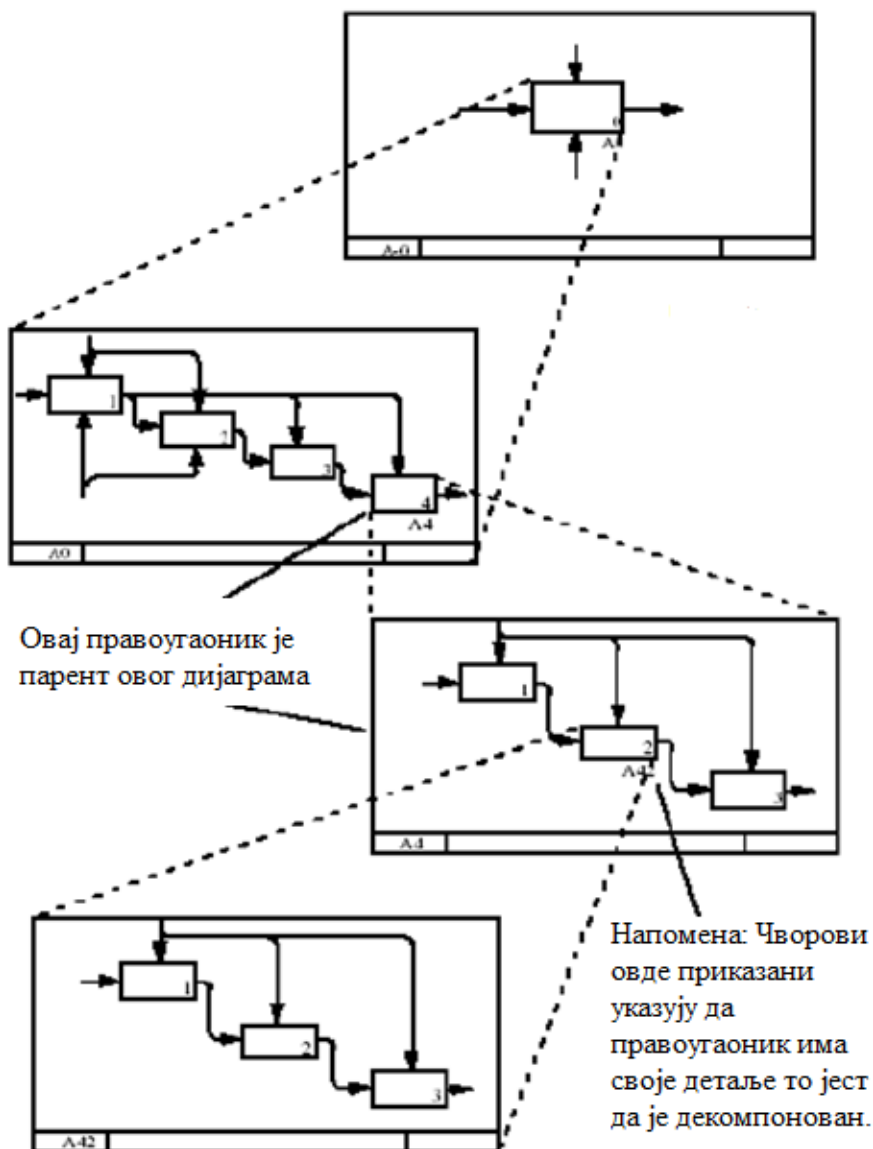
Слика 3.2 Облици стрелица

Адекватном комбинацијом правоугаоника, то јест активности и стрелица, формирају се дијаграми *IDEF0* модела.

Постоје 3 типа дијаграма [9]:

1. контекстни дијаграм,
2. дијаграм декомпозиције,
3. стабло активности.

Сваки од ових дијаграма носи различите аспекте детаља и описа процеса приказаних на слици 3.3.

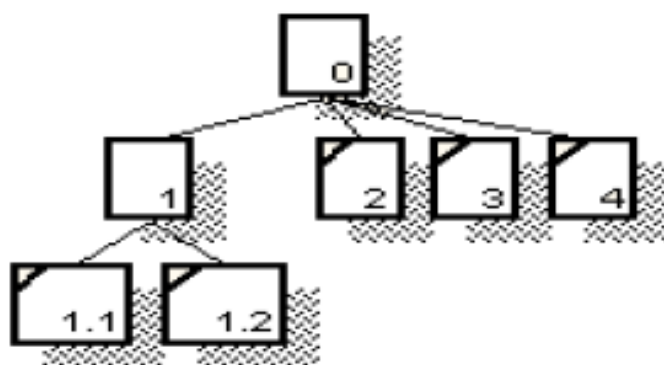


Слика 3.3 Процес декомпоновања у *IDEF0* моделирању

Контекстни дијаграм је дефинисан као један правоугаоник који представља домен система који се моделира. Дијаграм *IDEF0* методе је у ствари један сложени и на више нивоа проширени контекстни дијаграм, који у ствари представља највиши апстракциони ниво. Из вишег апстракционог нивоa можемо стићи до нижих нивоa процесом декомпозиције. Сваким одрађеним процесом декомпозиције добијамо под дијаграме односно дијаграме декомпозиције који се такође могу рашчлањавати.

Дијаграм декомпозиције представља дијаграм који је у ствари под дијаграм контекстног дијаграма. Међутим дијаграм декомпозиције можемо посматрати и као одвојену целину, која се ако је то потребно може даље декомпоновати. У том случају нама први дијаграм декомпозиције представља главни дијаграм, и у односу на њега се стварају остали под дијаграми декомпозиције.

Када се цео процес заврши, да би смо имали потпуну слику скупа декомпонованих процеса добијамо дијаграм који је назван **стабло активности** (Слика 3.4). На основу стабла активности могуће је видети ширу слику и пратити комплетну хијерархију декомпонованих процеса.



Слика 3.4 Дијаграм стабла активности

Овако осмишљена *IDEF0* метода је идеална за организацију производног процеса за производњу пресерских алата. У следећем поглављу биће приказана практична примена *IDEF0* методе на примену организације производног процеса за производњу пресерских алата.

4. Практична примена *IDEF0* методе на процес производње алата

4.1. Производња алата – опште

Производња алата је један веома сложен процес, кога је потребно рашчланити, ради што бољег разумевања. Овде ће бити презентована практична примена *IDEF0* методе на процес производње прогресивног пресерских алата - алата за хладно обликовање лима, обухватајући комплетно све активности, почев од захтева купца закључно са предајом алата купцу. Метода је рађена у програму *Visio 2016*, који је најпогоднији и најједноставнији за рад овакве врсте дијаграма.

Производња пресерских алата са гледишта *IDEF0* поступка се своди на прављење контекстног дијаграма са више декомпозиција, чиме се доказује сложеност комплетног поступка производње пресерских алата, али са друге тачке гледишта веома поједностављује разумевање истог. Производњу алата, као главни контекстни дијаграм, чине следећи дијаграми декомпозиције:

- продаја,
- пројектно вођење,
- конструисање и технолошка обрада,
- набавка материјала/услуга,
- припрема производње, машинска обрада и монтажа и
- проба и преузимање алата.

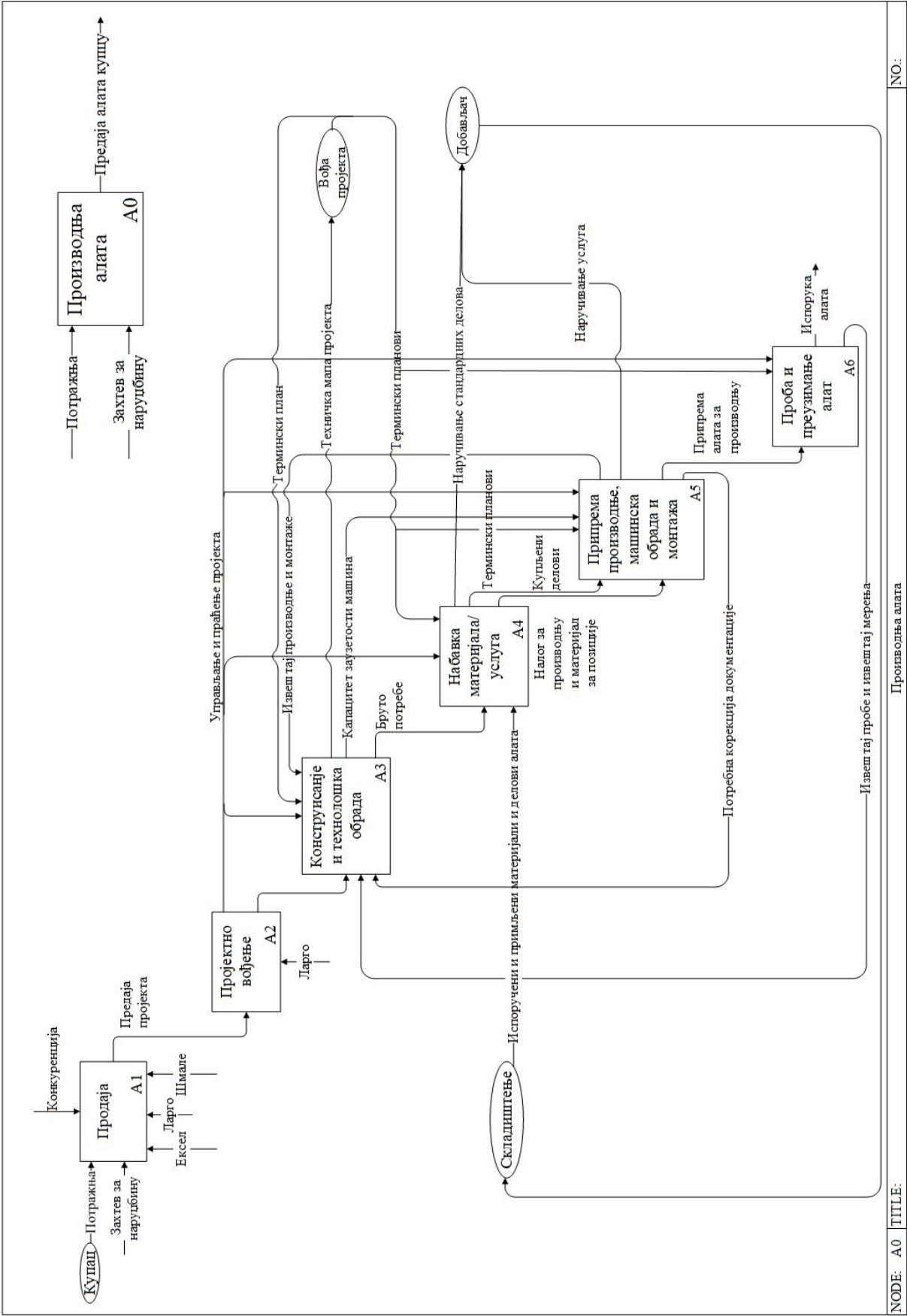
Сваки од ових дијаграма декомпозиције, рашчлањен је на (њему припадајуће) дијаграме декомпозиција, који имају веома битну улогу у процесу производње пресерских алата.

4.2. Процес А0 – Производња алата и кључни припадајући процеси

Процес А0 – Производња алата састављена је из шест кључних процеса:

- А1 – Продаја,
- А2 – Пројектно вођење,
- А3 – Конструисање и технолошка обрада,
- А4 – Набавка материјала/услуга,
- А5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа и
- А6 – Проба и предаја алата купцу,

чија је међусобна повезаност приказана дијаграмом декомпозиције процеса А0-производње алата на слици 4.1.



Слика 4.1 Процес A0 – Производња алата

Следе кратка појашњења свих шест кључних процеса.

A1 – Продаја

Продаја је полазни процес. За продају је од пресудног значаја комплетирање захтева купца. Са свим потребним информацијама се улази у оцену изводљивости (врши се у случајевима када се препознају ризици за реализацију пројекта) и калкулацију целог пројекта. Након тога се израђује понуда, која се усаглашава са купцем и затим се уговорени пројекат са грубим терминским планом представља процесу пројектног вођења, процесу конструисања и процесу производње.

A2 – Пројектно вођење

Пројектно вођење је процес, који прати уговорени пројекат од његовог представљања од стране процеса продаје до предаје алата купцу. Кључна активност је израда и праћење реализације детаљног терминског плана за сваки од процеса, који следе, а чији коначан резултат треба да буде поштовање уговорених обавеза са купцем, укључујући и измене које се током пројекта могу догодити.

A3 – Конструисање и технолошка обрада

Израда конструкције је један од најбитнијих процеса у изради пресерских алата. Започиње израдом методе и по потреби симулације, а затим следи израда 3D конструкције. Свака од ових фаза се сукцесивно усаглашава са купцем и мора бити одобрена од стране купца. Затим следи израда бруто потреба (листе материјала и стандардних елемената са роковима набавке), као и захтева за набавку, утврђивање потреба за кооперацијом, израда 2D цртежа и прописивање технологије обраде свих позиција

A4 – Набавка материјала/услуга

Набавка материјала започиње пријемом захтева за набавку. Следи прикупљање понуда за набавку критичног (са аспекта рока) материјала, осталог материјала и стандардне робе и понуда за обраду позиција у кооперацији. Затим се бира најповољнији добављач/кооперант и тек тада се наручује роба/услуга. Пријем (квантитативни и квалитативни) наручене робе се врши у магацину, одакле се издаје у производњу. Квалитативни преглед позиција из кооперације се врши у контроли квалитета. У случају неусаглашености робе на пријему, покреће се рекламациони поступак према добављачу.

A5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа

Припрема производње обухвата комплетирање преузетог материјала из магацина са припадајућим 2D цртежима и технолошким поступцима, као и благовремено припремљеним програмима за CNC обраду. Машинска обрада се врши према плановима производње. Монтажи се достављају машински обрађене позиције (укључујући и преузете из кооперације) и из магацина преузети стандардни елементи, где се врши склапање алата и припрема за прву пробу алата на преси.

A6 – Проба и предаја алата купцу

Пробе алата се врше у циклусима са коначним циљем да добијени комад и алат буду усаглашени са захтевима купца. Зависно од сложености комада и алата, поступци пробе алата, вредновања (утврђивање постојећих резултата и планови дорада), слања узорка из алата (према захтеву купца) и корекције самог алата се могу вршити по више пута. Генерално, корекције алата се врше из следећих разлога:

- оптимизације алата и комада,
- отклањања грешака на алату и

- накнадних измена од стране купца.

Предајом алата купцу се завршава процес производње пресерског алата. Следе детаљна појашњења и дијаграмски приказ сваког од шест кључних процеса.

4.3. Процес А1 – Продаја

Процес А1-Продаја, приказана на слици 4.2, састављена је из следећих процеса:

А11 – Комплетирање захтева

А12 – Оцена изводљивости

А13 – Калкулација

А14 – Понуда

А15 – Усаглашавање са купцем

А16 – Отварање радног налога и представљање пројекта

* МО – Машинска обрада

* РН – Радни налог

А11 – Комплетирање захтева

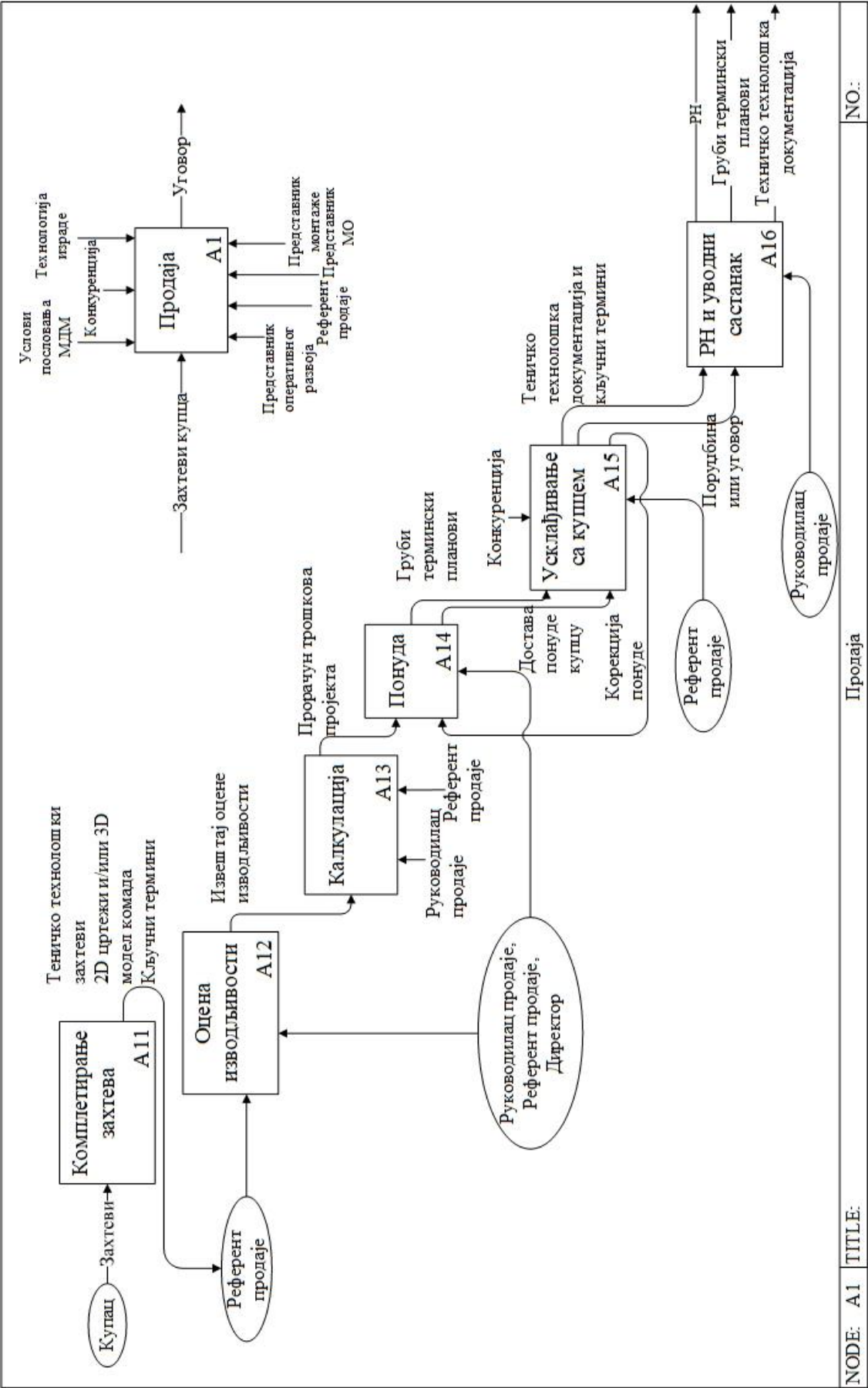
Продаја кроз активности за придобијање купаца (каталози, презентације, сајмови, сајт и тако даље) сакупља захтеве од стране купаца, за израду новог алата, одржавање алата или услугу израде позиција. Продаја је задужена да у комуникацији са купцем, обезбеди или комплетира све потребне податке за израду понуде:

- 3D модел и/или 2D цртеж комада
- Податке о материјалу-лиму за пробе алата
- Тип алата (трансфер, прогресивни, појединачни)
- Податке о преси
- Величини планиране серије комада на годишњем нивоу
- Техничко-технолошки захтеви (инструкције о захтевима на алату, комаду и слично).

А12 – Оцена изводљивости

Оцена изводљивости је поступак који се спроводи у случајевима када је потребно проверити могућност испуњења захтева купца (када је препознат ризик због специфичности захтева за комад и/или алат) и давања адекватне понуде купцу. Он садржи анализу припремљене пред-калкулације, грубе методе и потребе за изградом симулације.

Оцену изводљивости врши тим, кога чине представник продаје и оперативног развоја, а по потреби и представници других целина (набавке, контроле, и други).



Слика 4.2 Процес A1 – Продаја

A13 – Калкулација

Калкулација садржи обрачун свих трошкова за реализацију пројекта:

- број и вредност потребних сати у: оперативном развоју, програмирању, машинској обради, монтажи, пробама на преси;
- трошкове набавке (материјала, стандардних елемената, одливака и плоча);
- трошкове планиране кооперације;
- трошкове израде помоћних алата и прибора.

Калкулација се ради у два програма:

- *Excel* табеле за калкулацију и
- Шмале (*Schmale*) програма.

Шмале (*Schmale*) у односу на *Excel* даје више информација о цени, планиране-нормиране радне сате и друге информације везане за алат. Ради упоређења података, често се ради калкулација у оба програма.

Калкулација је интерни документ и не доставља се купцу.

A14 – Понуда

На основу урађене калкулације продаја израђује понуду. Понуда садржи податке о цени, роковима испорука узорака и алата, роковима (фазног и коначног) плаћања. Понуда је документ, који израђује референт продаје, а одобрава га руководилац продаје.

A15 – Усклађивање са купцем

Понуда се доставља и презентује купцу, након чега следи усаглашавање са купцем. Када је купац сагласан са понудом, он доставља наруџбину, а са неким купцима се израђује уговор. Уговор подлеже преиспитивању, усаглашавању и коначном одобравању са обе стране.

A16 – Отварање радног налога и представљање пројекта

По пријему-комплетирању одговарајуће документације од стране купца подаци се постављају на сервер и отвара се РН. Продаја организује уводни састанак, где представља пројекат и упознаје процес пројектног вођења и процес конструисања и производње са наруџбином купца и предаје сву потребну документацију, као и грубе терминске планове.

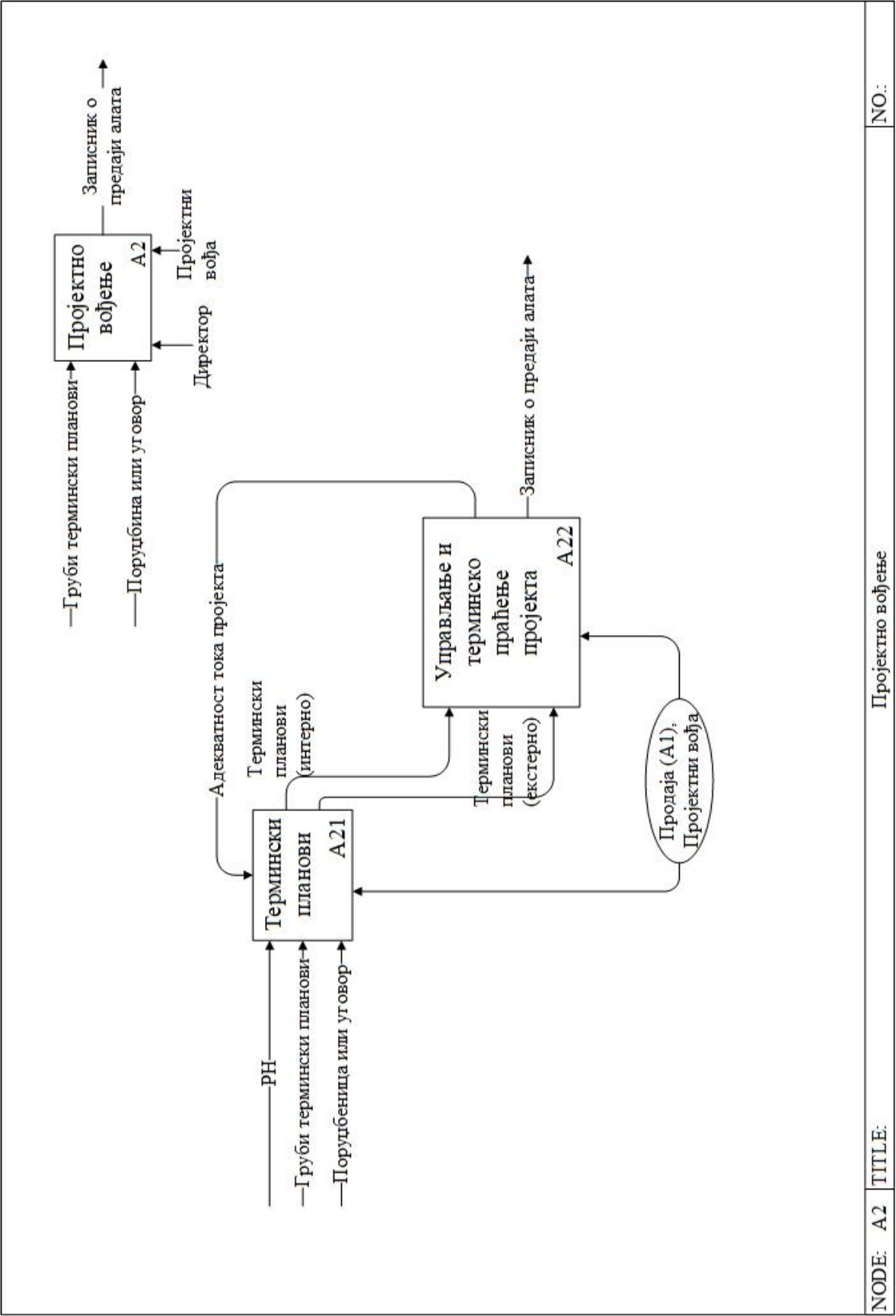
4.4. Процес A2 – Пројектно вођење

Процес A2-Пројектно вођење, приказан на слици 4.3, састављен је из следећих процеса:

A21 – Термински планови

A22 – Управљање и терминско праћење пројекта

* TT3 – техничко-технолошки захтеви



Слика 4.3 Процес А2 – Пројектно вођење

NODE: A2	TITLE: Пројектно вођење	NO.:
----------	-------------------------	------

A21 – Термински планови

На основу грубих терминских планова, пројектни вођа израђује детаљан термински план, који се уколико купац захтева, прослеђује купцу. Рокови за конструкцију, набавку, машинску обраду, ласер узорке, узорке из алата и испоруку алата, се уносе у записник са пројектног састанка, који је један од начина за недељно праћење степена реализације пројекта. Пројектни вођа, на основу терминских планова, прати реализацију свих фаза пројекта.

A22 – Управљање и терминско праћење пројекта

Задаци пројектног вође су терминско праћење пројекта у свим појединачним фазама (израда методе, израда конструкције, материјал/одливци/стандардни елементи наручени и набављени, алата спремног за прву пробу) и обавештава продају и руководство о могућем одступању.

Пројектни вођа попуњава образац за техничко-технолошке захтеве и архивира га у мапу „пројекти” на серверу. Према захтеваном периоду (од стране купца) доставља купцу ажурне верзије терминског плана (извештај о напретку пројекта). У случају одступања, заједно са продајом се договара за даље активности и у адекватном облику то доставља купцу.

У случају да дође до измена захтева на производу од стране купца, и да је ова промена пријављена у продаји и/или пројектном вођењу, продаја/пројектно вођење мора да заустави све даље активности, које се односе на измене. Продаја и пројектно вођење заједно оцењују измене у погледу трошкова. Као резултат тога, продаја доставља купцу трошкове за измену. По усаглашавању са купцем, приступа се спровођењу измена у пројекту.

4.5. Процес А3 – Конструисање и технолошка обрада

Процес А3-конструисање и технолошка обрада, приказан на слици 4.4 састављен је из следећих процеса:

A31 – Израда методе

A32 – Израда симулације

A33 – Прегледа од стране купца

A34 – 3D конструкција

A35 – Преглед 3D конструкције интерно

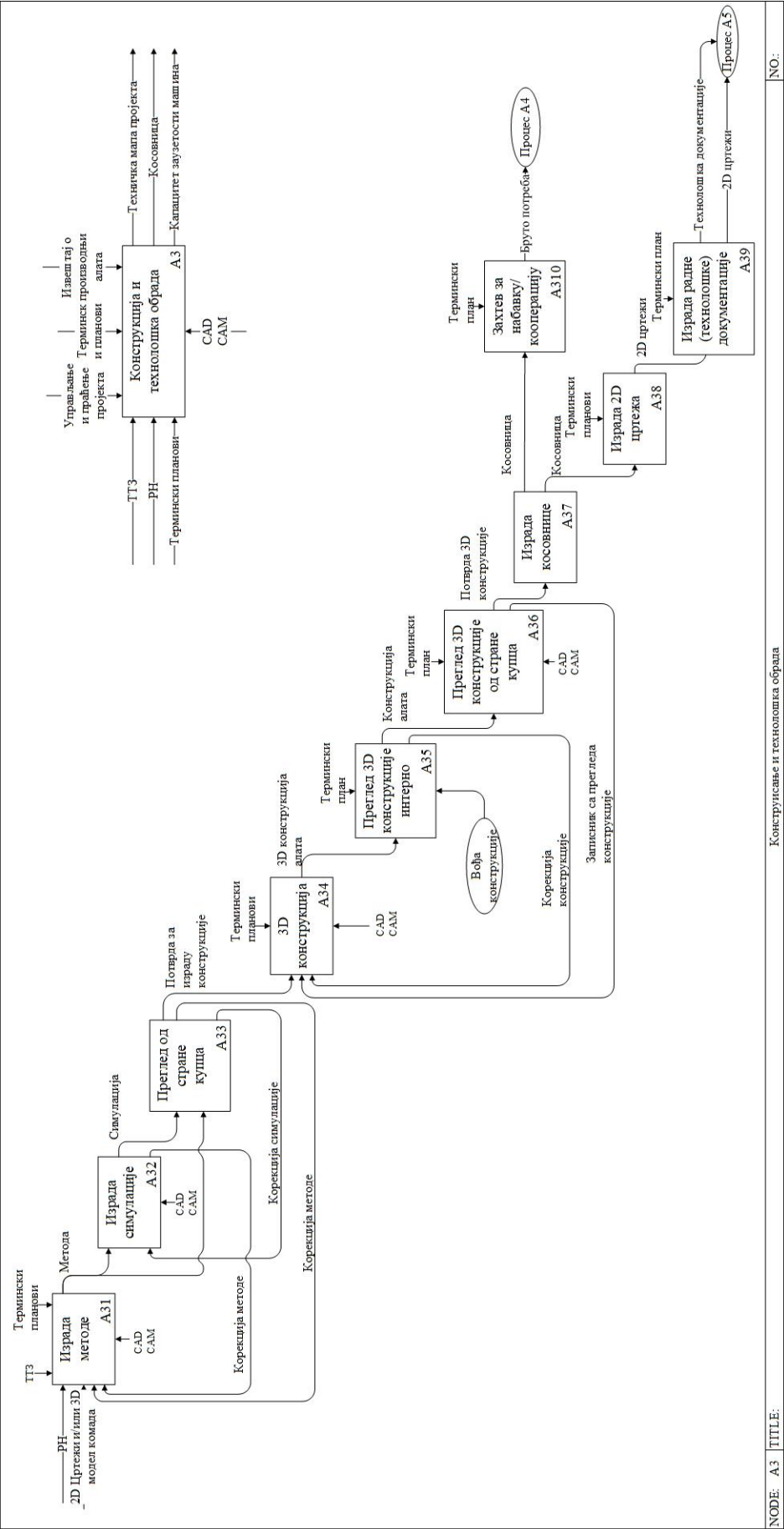
A36 – Преглед 3D конструкције од стране купца

A37 – Израда косовнице

A38 – Израда 2D цртежа

A39 – Израда радне (технолошке) документације

A310 – Захтев за набавку/кооперацију



Слика 4.4 Процес А3 – Конструисање и технолошка обрада

A31 – Израда методе

Конструктор, кога одређује руководилац оперативног развоја, израђује методу према 3D моделу, 2D цртежу комада и ТТЗ.

A32 – Израда симулације

На основу методе и ТТЗ, уколико се процени да је потребно, ради се симулација.

A33 – Преглед од стране купца

Метода и симулација се достављају купцу на преглед и одобрење. Уколико купац има примедбе, он их доставља, а конструктор спроводи потребне измене. Поступак се понавља док купац не потврди коначну методу и симулацију.

A34 – 3D конструкција

На основу методе и ТТЗ конструктор израђује 3D конструкцију алата. Током израде 3D конструкције, конструктор мора имати у виду могуће начине технолошке израде, а посебно оне који ће значити мањи утрошак времена на машинској обради. Оптималним моделирањем и оптималним толеранцијама, конструктор ствара услове да технолог пропише оптималну технологију односно да трошкови механичке обраде буду оптимални.

A35 – Преглед 3D конструкције интерно

Руководилац оперативног развоја врши надзор током израде 3D конструкције и одговоран је за финални преглед и одобрење за слање купцу.

A36 – Преглед 3D конструкције од стране купца

Конструктор доставља интерно одобрену 3D конструкцију на преглед купцу. Уколико има примедбе, купац их доставља, а конструктор спроводи измене, уз обавезну консултацију са руководиоцем, и кориговану 3D конструкцију доставља на увид купцу. Купац је одговоран да одобравање – потврду 3D конструкције.

A37 – Израда косовнице

Конструктор израђује косовницу, која представља листу свих позиција на алату и то:

- за позиције, које се механички обрађују, дефинише финалне мере материјала, број комада, термичку обраду, захтевану тврдоћу.
- за стандардне позиције уноси одговарајућу шифру позиција из каталога.

A38 – Израда 2D цртежа

На основу одобрене 3D конструкције, конструктор израђује и 2D цртеже. 2D цртежи се раде за све нестандартне позиције производа. Цртеж позиције садржи приказ исте са потребним финалним мерама, као и толеранцијама за израду.

A39 – Израда радне (технолошке) документације

Радну (технолошку) документацију израђује технолог, на основу 2D цртежа. Технолог такође мора да прати захтеве 3D конструкције, јер на пример у појединим случајевима је потребно радити финалну обраду више позиција у склопу, у циљу осигурања добијања потребног квалитета позиција.

A310 – Захтев за набавку/кооперацију

На основу одобрене 3D конструкције, конструктор израђује косовницу-листу материјала и стандардних елемената. У косовницу је потребно уписати: број позиције, назив позиције, коначне мере, захтеван материјал, термичку обраду материјала или шифру, ако је позиција стандардна. При означавању материјала се поштују стандарди.

На основу одобрене косовнице, технолог уноси податке у информациони систем, с тим што димензије материјала увећава за потребне додатке. Тако се креира образац бруто потребе, кога планер допуњава роковима за набавку и он представља захтев за набавку материјала и стандардних елемената.

У овој фази се врши идентификовање потреба за кооперацију, који планер доставља служби набавке.

4.6. Процес А4 – Набавка материјала/услуга

Процес А4 – Набавка материјала/услуга, приказан на слици 4.5, састављен је из следећих процеса:

A41 – Захтев за понуду критичног материјала

A42 – Захтев за понуду осталог материјала и стандардне робе

A43 – Захтев за понуду позиција у кооперацији

A44 – Прикупљање понуда и избор добављача

A45 – Прослеђивање наруџбине добављачу и праћење

A46 – Пријем робе у магацин и издавање приспелог материјала

A47 – Поступак решавања рекламације добављачу

A41 – Захтев за понуду критичног материјала

Критични материјал је онај, који има приоритет у набавци, са аспекта рокова набавке. Набавка прегледа бруто потребе и најпре покреће поступак набавке критичног материјала, то јест оних ставки, које имају најкраће рокове и оне су ставке првог приоритета (то су најчешће одливци, плоче, шибери, стандардни елементи и други)

A42 – Захтев за понуду осталог материјала и стандардне робе

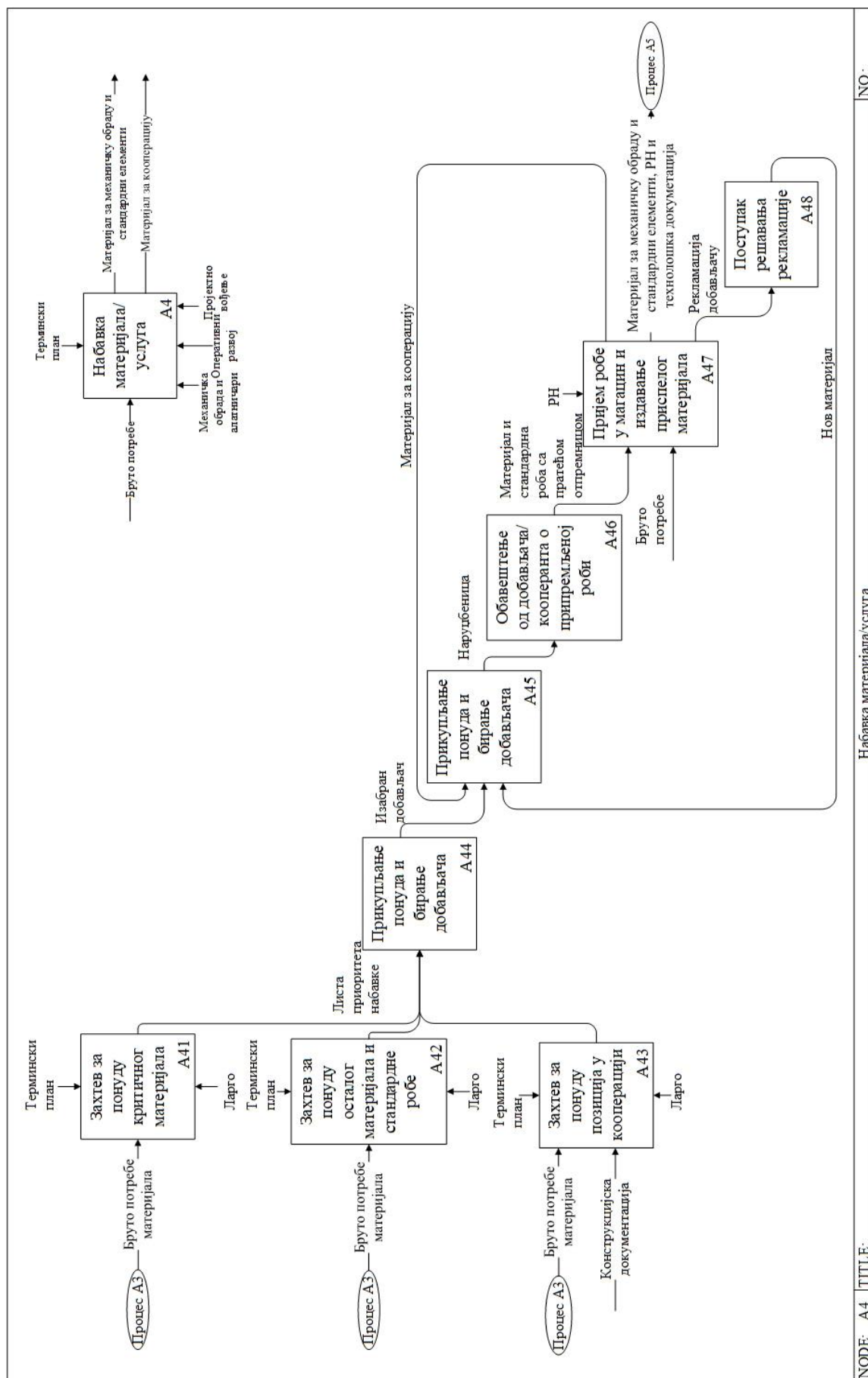
Преостале ставке из бруто потреба су другог приоритета и служба покреће поступак њихове набавке након критичног материјала.

A43 – Захтев за понуду позиција у кооперацији

У случајевима недовољних производних капацитета, као и операција, које се не раде у предузећу, планер доставља захтев за кооперацију служби набавке, како би служба набавке благовремено извршила избор кооперанта и резервисала капацитете код истог.

A44 – Прикупљање понуда и бирање добављача

Референт набавке шаље захтеве за понуду добављачима/кооперантима и прикупља понуде. Следи избор најповољније понуде.



Слика 4.5 Процес А4 – Набавка материјала/услуга

A45 – Поручивање материјала/услуга и праћење

Референт набавке формира нарудбину на типској форми у информационом систему. Нарудбина поседује све релевантне податке, који су потребни добављачу за набавку материјала. Ако постоје посебни захтеви за набавку материјала или услугу, референт набавке је дужан да то напише у напомени. Врло битна два (интерна) податка, које референт набавке уписује у нарудбину су место трошкова и радни налог, за који је материјал наручен.

A46 – Обавештење од добављача/кооперанта о припремљеној роби

Када добављач/кооперант припреми и комплетира материјал/стандардну робу/позиције он обавештава наручиоца да је могуће преузимање. Ово обавештавање мора бити усаглашено са терминима испоруке договореним у нарудбини.

A47 – Пријем робе у магацин и издавање приспелог материјала

Након прегледа адекватности набављеног материјала (квантитативни и квалитативни пријем), магационер израђује документациони пријем у магацин, то јест пријемницу. Пријемница се израђује у два примера и као основа за попуњавање пријемнице служи нарудбеница, са које магационер преузима ставке и количине, које су биле набављене и које одговарају отпремници добављача. Сав приспели материјал се складишти. Да би се материјал преузео из складишта, израђује се требовање материјала. Запослени који је преузео материјал, преузимање потврђује потписом и датумом преузимања

A48 – Поступак решавања рекламације добављачу

У случају да се при пријему у складиште утврди било каква (квантитативна и/или квалитативна) неусаглашеност између нарученог и набављеног материјала, магационер је дужан да обавести-достави потребне податке референту набавке, који је материјал наручивао. Магационер шаље обавештење о неусаглашености и предаје одговорном референту набавке. Референт набавке ступа у контакт са добављачем, где га најпре обавештава усмено, а након тога шаље рекламациони записник. Рекламација се решава на начин са којим су обе стране сагласне. Исти поступак рекламације се спроводи и у случају рекламације према кооперантима.

4.7. Процес A5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа

Процес A5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа, приказана на слици 4.6, састављена је из следећих процеса:

A51 – Припрема производње

A52 – Израда појединачних позиција

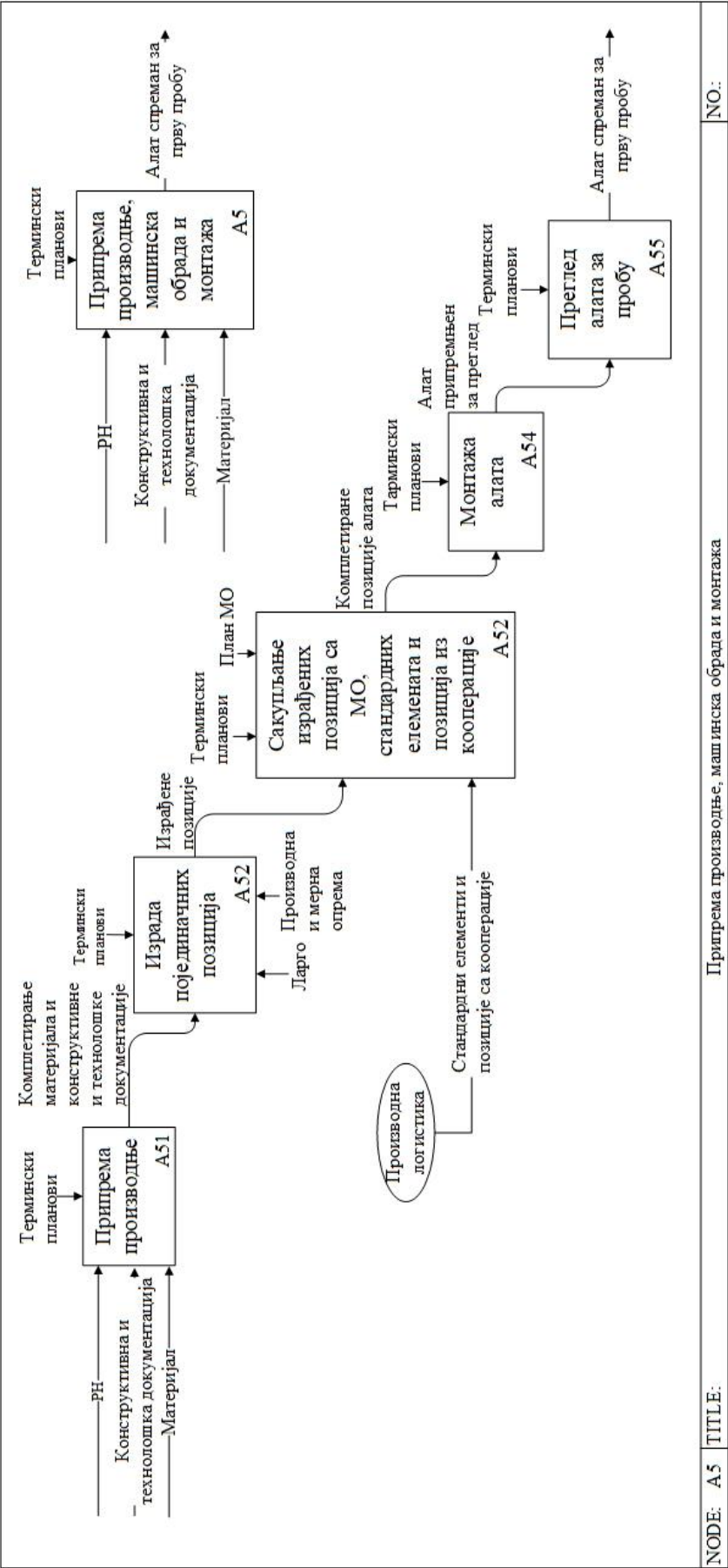
A53 – Сакупљање позиција, стандардних елемената и материјала из кооперације

A54– Монтажа

A55– Преглед алата за пробу

A51 – Припрема производње

Припрема производње обухвата активност комплетирања материјала са конструктивном и технолошком документацијом и доставу на почетне операције машинске обраде.



Слика 4.6 Процес A5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа

A52 – Израда појединачних позиција

Израда позиција обухвата машинску и термичку обраду по операцијама технолошког поступка. Према актуелној заузетости капацитета машинске обраде и дефинисаним терминима, вођа механичке обраде врши расподелу по машинама према технолошким поступцима или уз промене (промена обрадног центра, што уноси на технолошки поступак), поштујући захтеве квалитета позиција.

A53 – Сакупљање позиција са МО, стандардних елемената и позиција из кооперације

После завршене машинске обраде позиција, оне се достављају на монтажу, где се комплетирају са стандардним елементима и позицијама из кооперације.

A54 – Монтажа

Према техничкој документацији, односно склопном цртежу, врши се монтажа. Уколико дође до неусаглашености позиција приликом монтаже, позиције се шаљу на дораду.

A55 – Преглед алата за пробу

Након извршене монтаже визуелно се прегледа алат и спрема за прву пробу. Овим поступком се избегава могућа хаварија пре монтирања алата на пресу.

4.8. Процес А6 – Проба алата

Процес А6 – проба алата, приказан на Слици 4.7, састављен је из следећих процеса:

A61 – Проба алата

A62 – Вредновање или оцењивање резултата пробе

A63 – Слање узорака и мерног извештаја купцу

A64 – Корекција и оптимизација алата

A65 – Предпријем алата

A66 – Корекција према записнику о предпријему

A67 – Предаја алата код купца

A61 – Проба алата

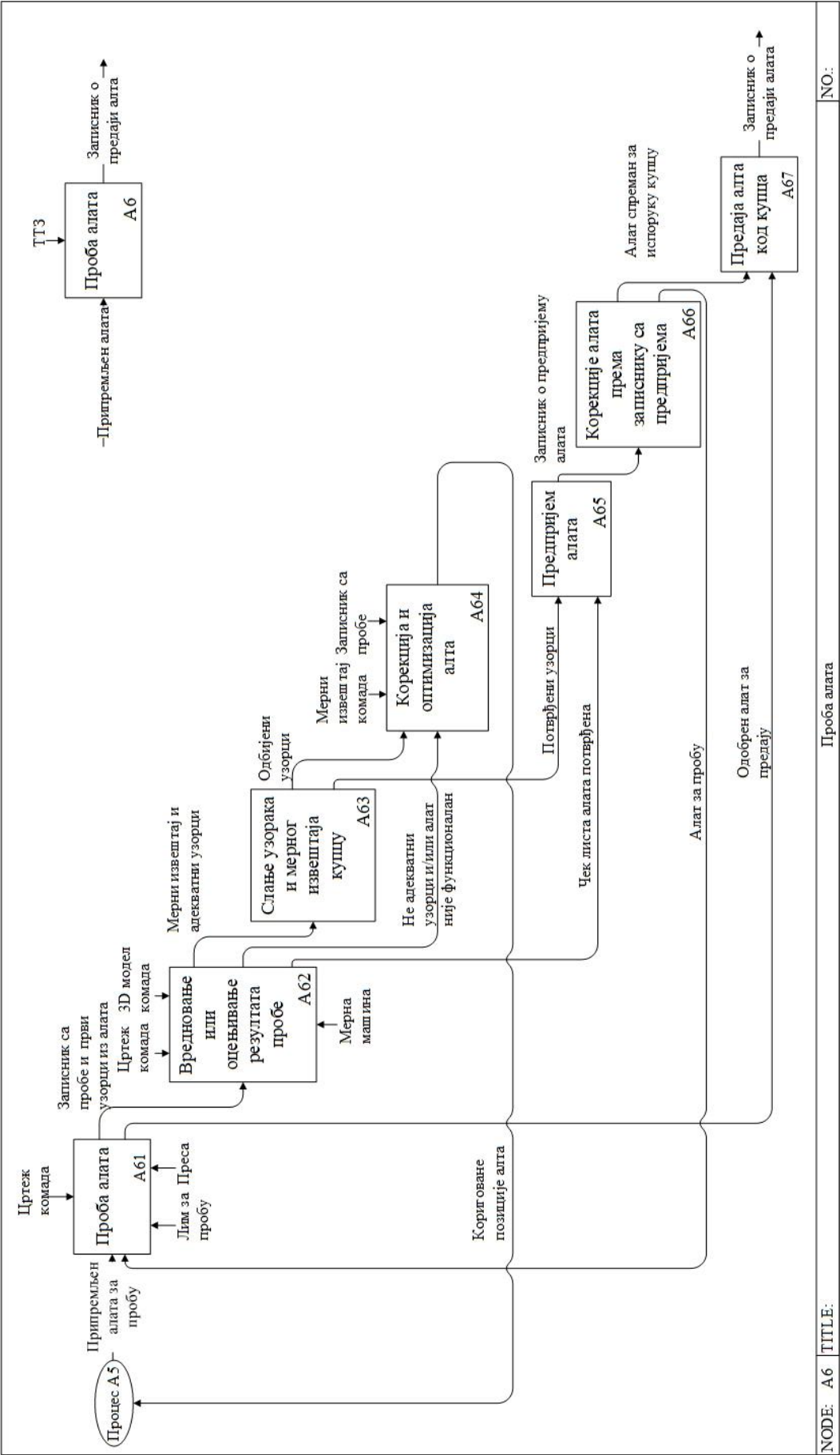
На проби алата се тестира функционалност алата и затим се израђују узорци комада из алата. На проби алата су присутни чланови пројектног тима.

A62 – Вредновање или оцењивање резултата пробе

По завршеној проби алата се израђује записник са пробе у коме се евидентирају недостаци на алату, а комади се шаљу на мерење у контролу. На основу извештаја мерења, дефинишу се потребне дораде, које се уносе као допуна записнику са пробе. Овим је извршено вредновање резултата извршене пробе, а записник се користи за праћење потребних дорада уз дефинисање одговорних лица и рокова за отклањање неусаглашености.

A63 – Слање узорака и мерног извештаја купцу

Ако су измерени узорци у задовољавајућем стању за тренутно мерење, шаљу се договорени број узорака и мерни извештај.



Слика 4.7 Процес А6 – Проба алата

A64 – Корекција и оптимизација алата

Корекција-дорада алата и оптимизација се врше на основу записника са пробе, и евентуално са добијених додатних повратних информација од купца, а на основу квалитета испоручених узорака. Овај поступак обухвата израду и дораду позиција на машинској обради према конструктивним изменама, проверу алата од стране алатничара, и за адекватно дефинисање је потребно значајно искуство.

A65 – Предпријем алата

Предпријем алата је намењен последњој проби алата код произвођача, али у присуству купца, који проверава усаглашеност са својим захтевима. По завршеном предпријему израђује се записник са предпријема и све дефинисане неусаглашености је потребно отклонити пре испоруке купцу.

A66 – Корекција према записнику о предпријему

Уколико дође до неусаглашености приликом предпријема алата, обавља се додатна корекција по записнику о предпријему.

A67 – Предаја алата код купца

Коначна проба се извршава на преси код купца и ако су сви захтеви купца за алат и комад задовољени, потписује се записник о предаји алата, и тиме се завршава комплетан процес производње алата.

4.9. Табела активности процеса производње

Табела активности процеса производње се израђује ради лакшег разумевања обавеза учесника у процесу производње пресерског алата.

Табела 1: Активности у процесу израде алата, одржавања и услуга

#	Активност	Одговорност	Документи	Делатност
1	Пријем захтева за понуду (упита) од купца	Одговоран: Референт продаје	3D модел и/или 2D цртеж комада, подаци о лиму, типу алата, подаци о преси и тако даље.	
2	Предкалкулација	Одговоран: Референт продаје	Предкалкулација	
P.S.1	Оцена изводљивости пројекта	Одговоран: Референт продаје Сарађује: Вођа Продаје, Пројектни вођа, Вођа оперативног развоја, Вођа механичке обраде, Вођа монтаже,	Оцена изводљивости пројекта	
3	Израда калкулације	Одговоран: Референт Продаје	Калкулација	

4	Израда и одобравање понуде	Одговоран за израду: Референт продаје Одговоран за одобравање: Руководилац продаје или директор	Понуда	
5	Достава понуде купцу и усаглашавање понуде са купцем	Одговоран за доставу: Референт продаје Одговоран за усаглашавање: Руководилац продаје или директор	Коначна понуда	
6	Добијање сагласности купца на понуду, пријем наруџбине или израда уговора	Одговоран: Референт продаје Одговоран за израду уговора: Руководилац продаје или директор	Наруџбина или уговор	
7	Подаци о пројекту се постављају на сервер	Одговоран: Референт продаје	Техничка документација	
8	Отварање радног налога (РН)	Одговоран: Референт продаје	Радни налог	
P.S.2	Представљање пројекта пројектном вођењу и производњи	Одговоран: Референт продаје Сарађује: Вођа продаје, Пројектни вођа, Вођа оперативног развоја, Планер механичке обраде	Записник са представљања пројекта	
9	Израда терминског плана	Одговоран: Референт пројектног вођења	Термински план пројекта	Пројектни вођа је одговоран за праћење реализације свих наведених термина у термин плану и ажурирање истог
P.S.3	Израда методе и по потреби симулације и усаглашавање са купцем	Одговоран за израду: Конструктор алата Одговоран за усаглашавање: Руководилац ОР	Метода, Симулација, Записник са усаглашавања	

10	Израда 3D конструкције, усаглашавање са купцем	Одговоран за израду: Конструктор алата Одговоран за усаглашавање са купцем: Руководилац ОР	3D конструкција, Купчева потврда 3D конструкције, Косовница	Даља активност конструктора је 13.
11	Захтев за набавку материјала и стандардне робе	Листу дефинише: Технолог Термине дефинише: Планер	Бруто потребе	Следи активност набавке- 15.
12	Дефинисање потреба за кооперацију	Одговоран: планер	Захтев за кооперацију	Следи дефинисање кооперанта (референт набавке) и уговарање, а затим активност 15.
13	Израда 2D конструкције	Одговоран: Конструктор алата	2D конструкција (цртежи позиција/склопов)	
14	Израда технологије алата	Одговоран: Технолог	Технолошка документација	На основу конструкционе и технолошке документације почиње израда САМ програма
15	Наручивање материјала и стандардне робе за алат	Одговоран: Референт за набавку	Понуде добављача Избор добављача Наруџбеница	
16	Достава набављеног материјала и стандардне робе: производњи (и кооперацији)	Одговоран: Референт за набавку	Листа издатог материјала и робе	
P.S.4	Преглед и ажурирање терминског плана	Одговоран: Вођа пројекта алата Сарађује: Вођа оперативног развоја, Вођа квалитета, Вођа квалитета, Набавка	Ажуриран термин план пројекта	

17	Израда појединачних позиција алата	Одговоран: Вођа механичке обраде	Оверене операције технолошког поступка	
18	Монтажа	Одговоран: Вођа монтаже	Извештај са прегледа алата (чек листа)	
19	Проба алата и први узорци из алата	Одговоран: Вођа монтаже	Записник са пробе алата	
20	Извештај са мерења и слање узорака	Одговоран за мерење: Вођа квалитета Одговоран за слање узорака: Пројектни вођа	Мерни извештаји	
P.S.5	Оптимизација алата	Одговоран: Вођа монтаже Сарађује: Вођа ОР, Вођа механичке обраде, Пројектни вођа	Извештај са састанка	Оптимизација алата
21	Добијање добрих узорака из алата и задовољени критеријуми квалитета за алат	Одговоран: Вођа монтаже Сарађује: Вођа ОР	Записник са пробе, Мерни извештаји, Чек листа алата оверена	
22	Предпријем алата у присуству купца	Одговоран: вођа пројекта Сарађује: Вођа монтаже и вођа ОР	Записник са предпријема, Мерни извештаји	
P.S.6	Предаја алата код купца	Одговоран: Вођа пројекта Сарађује: алатничар	Записник о предаји алата	

P.S.x – Пројектне смернице

ОР – Оперативни развој

За сваку појединачну активност одговорност преузима особа задужена за њено извршавање. Након извршења активности добијени резултати се издају у одређеној форми документа.

5. Пример конструкције пресерског алата

Пример конструкције ће бити презентован кроз фазе [10]:

- Термински план израде конструкције алата
- Техничко-технолошки захтеви
- Метода
- Симулација
- 3D конструкција алата
- 2D цртежи позиција
- Технологија обраде
- Алат спреман за испоруку

5.1. Термински план израде конструкције алата

Термински план израде садржи све фазе пројекта, а започиње са терминима за конструисање. На примеру, који ће бити представљен, термински план за конструисање је следећи:

Табела 2: Термински план

Кораци	Време
Метода	1 недеља
Преглед методе и одобрење	1 недеља
Симулација	1 недеља
Преглед симулације и одобрење	1 недеља
3D конструкција алата	5 недеља
Преглед конструкције и одобрење	1 недеља
2D цртежи	2 недеље
Укупно	12 недеља

Пре почетка израде методе, битно је да кроз представљање пројекта од стране продаје, конструктор има све потребне улазне податке за пројекат, а они су:

- техничко-технолошки захтеви
- 3D модел и/или 2D цртеж комада
- инструкције за израду алата,
- каталошки подаци о преси,

како би се приступило првој фази то јест, изради методе и по потреби симулације.

5.2. Техничко–технолошки захтеви

Техничко-технолошке захтеве у одговарајућој форми обрасца уноси пројектни вођа. Овај образац са прилозима, пројектни вођа архивира на сервер. Прилози су: инструкције за израду алата, каталогски подаци о преси, 3D модел комада, 2D цртеж комада, као и многи други, зависно од информација које су достављене од стране купца.

Пример обрасца техничко-технолошки подаци, приказани су на слици 5.1:

Radni nalog		Kupac	
3N-18016		XXX	
Projekat		Naziv dela	
XXX		Halter	
Broj delova u alatu		Oznaka dela	
1L + 1D nisu lik u ogledalu		XXX	
Tip alata		Dodavanje materijala	
Progresivni alat		iz koluta	
Izrada transfera			
☒ NE		☐ DA	
Materijal dela		Debljina materijala	
XXX		1.5mm	
Zahtevana izrada simulacije od strane kupca		Maksimalno dozvoljeno stanjenje materijala	
☒ NE ☐ DA po potrebi		20%	
Podaci o materijalu			
☐ NE ☐ DA			
Zahtevani radni vek alata		Godišnja količina komada	
7 god			
Uputstva za izradu alata		Verzija uputstva o izradi alata	
☐ NE ☒ DA		XXX	
Dodatna oprema u alatu (valjanje navoja utiskivanje navrtki, ...)			
☒ NE ☐ DA		☐ nabavi proizvođač ☐ dostavi kupac	
MERENJE			
Podaci o tolerancijama			
☐ NE ☒ DA 2D crtez			
Merenje komada			
☐ na napravi ☒ u slobodnom stanju ☐ stegnut			
Kontrolna naprava			
☐ DA radi proizvođač ☐ DA dostavi kupac ☒ NE			
Radni nalog za kontrolnu napravu		Podaci za kontrolnu napravu	
PRESA			
Maksimalna dozvoljena sila serijske prese		Zahtevani broj udaraca u minutu	
2800 kN		00	
	Nazivna sila	Sifra prese	
Serijska presa	3000 kN	XXX	
Rezervna presa	3000 kN	XXX	
Presa za probe			
Podaci o presi		Gledaj zahteve o izradi alata	
OSTALI ZAHTEVI I KOMENTARI			

Слика 5.1 Техничко-технолошки захтеви - подаци

На слици се може видети да је потребно конструисати прогресивни алат из кога ће се добити 1+1 комад, дебљине лима 1,5 mm као и други подаци, који су неопходни за конструисање.

3D модел комада се добија од купца у одговарајућем формату (CATIA part, IGS, или неки други формат), а у овом случају изглед је као на слици 5.2.

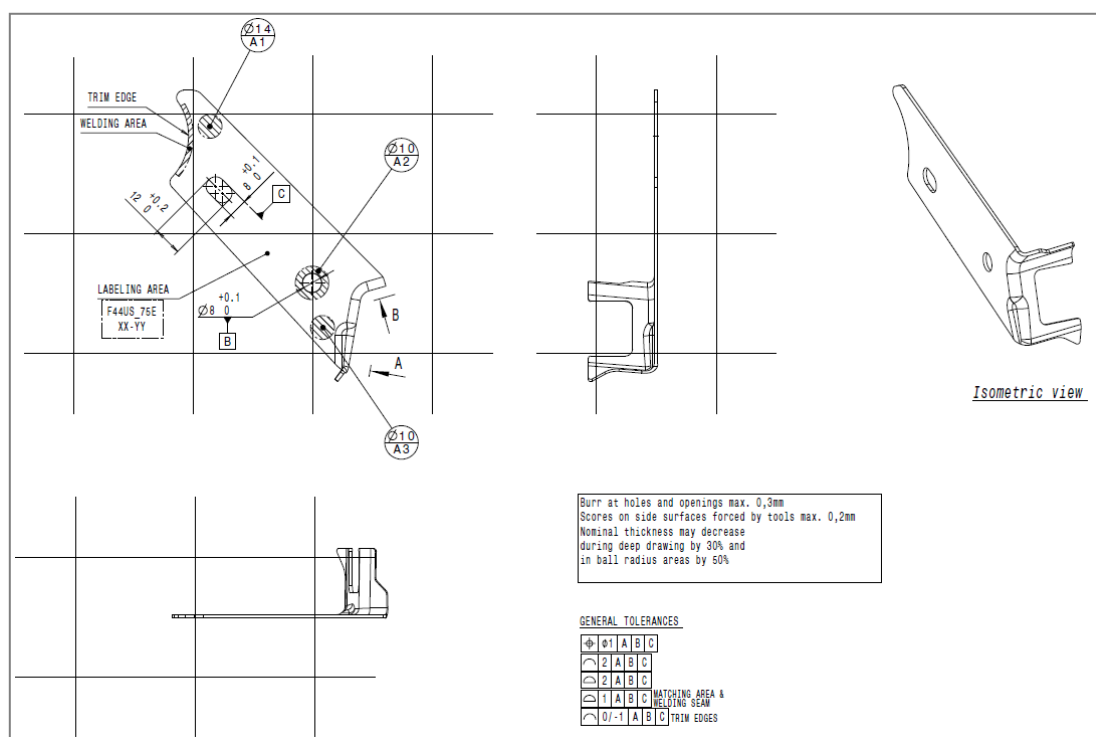


Слика 5.2 Изглед комада

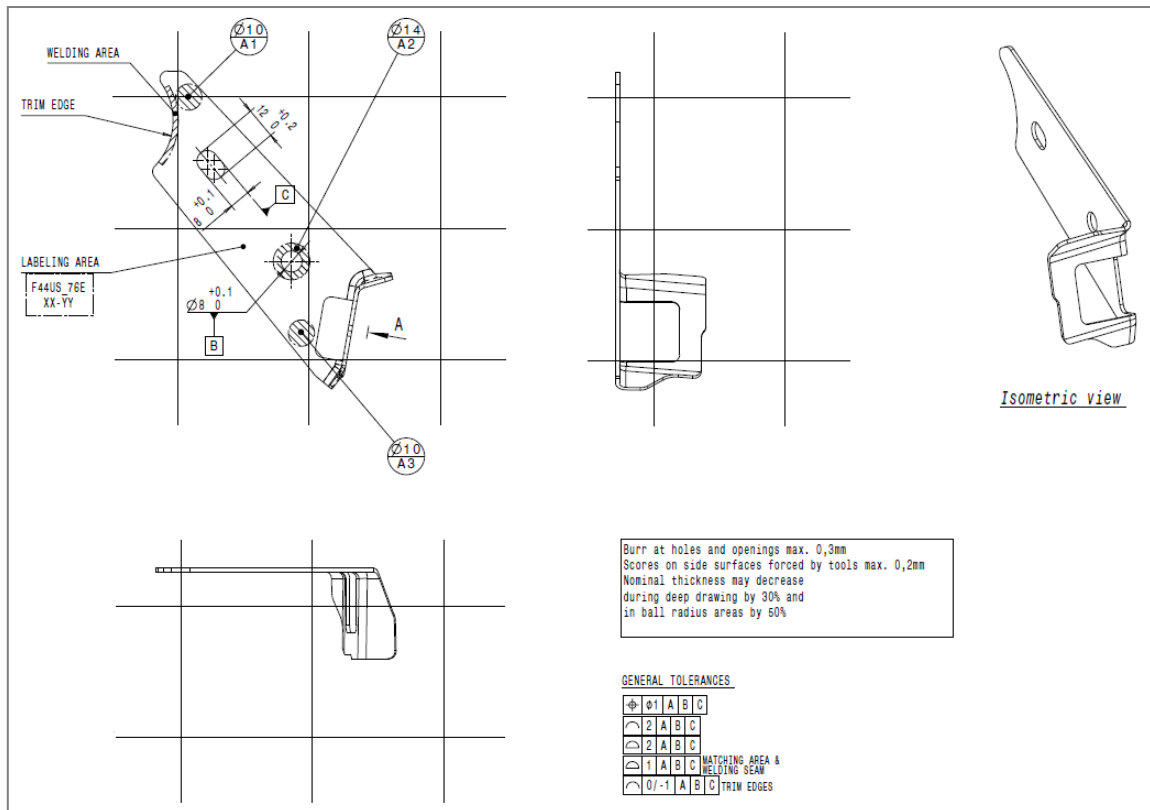
Како постоји разлика између два комада, које треба добити из алата, купац је доставио цртеже за сваки комад посебно.

2D цртежи садрже податке: назив и ознаку комада, захтеване димензије и толеранције, максимално дозвољено стање лима, максимално дозвољену дебљину жига, врсту и дебљину материјала, захтевано позиционирање комада приликом мерења (RPS елементи-елементи битни за везивање у склопу и у односу на њих се мери комад), статус актуелног модела, статус актуелног цртежа.

Као пример су приказани делови цртежа и то: две пројекције и изометријски приказ и захтеви купца (Слика 5.3 и Слика 5.4).



Слика 5.3 Детаљи са 2D цртежа радног комада 1

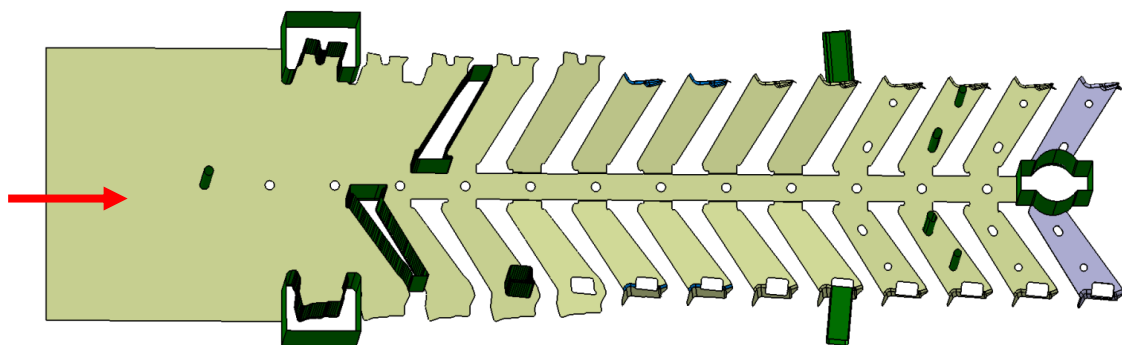


Слика 5.4 Детаљи са 2D цртежа радног комада 2

5.3. Метода

Метода се израђује на основу добијених улазних података пројекта. Приликом осмишљавања методе, уколико није већ од стране купца дефинисан број корака, прелази се на разматрање толеранција које комад поседује и прављење плана њиховог остваривања. У програм се уноси модел комада од којег се прави развијено стање и осмишљава се у колико корака - операција (са колико ножева/матрица) је потребно да се добије жељени комад.

На слици 5.5 методе видимо концепт добијања из пуне траке (на улазу) оба жељена комада (на излазу): трака је са означеним смером кретања кроз алат, а методу чине разне вертикале, пробијања шиберама, савијање и слободни кораци, који омогућавају додавање неке операције током фазе оптимизације алата. Укупно има 14 корака, где се у последњем, четрнаестом, врши раздвајање комада.



Слика 5.5 Развијена метода

На методи су приказани и отвори за ловце кроз средину траке, којима је дефинисан корак и центрирање траке у алату.

5.4. Симулација

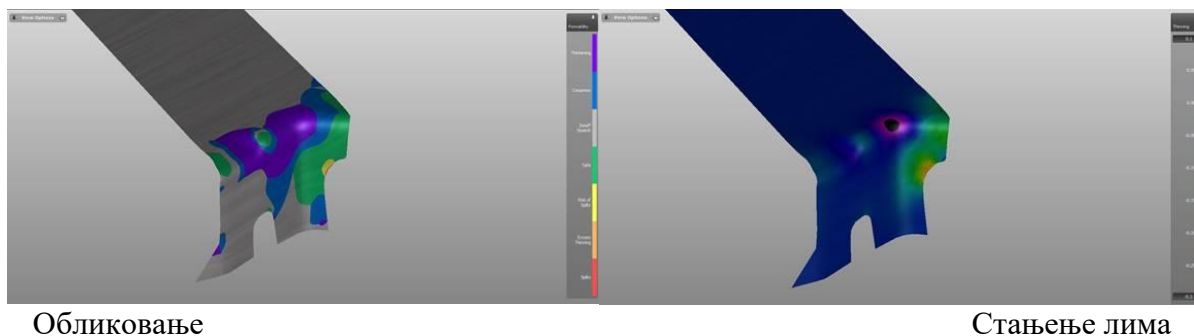
Током израде методе ради се симулација за поједине кораке-операције, за које се процени потреба. Улазни подаци у програм у коме се извршава симулација су:

- 3D модел коначног комада,
- подаци везани за лим (ознака материјала, дебљина лима, својства материјала и друго),
- димензије припремка,
- резне контуре,
- површине за обликовне операције.

У најкраћем, поступак је следећи: потребно је дефинисати у симулацији припремак, материјал и површине за обликовање комада. Распоред операција у симулацији треба бити исти као и распоред операција у алату. Такође је потребно дефинисати силу држања лима, силу извлачења (савијања), подизање комада, углове уколико у алату постоје бочни клизачи и тако даље.

Након убацивања свих ових података, из симулације се добијају резултати (пример слика 5.6) који нам говоре о могућим проблемима приликом обликовања лима (стањивање лима, пуцање, потребна сила и слично). Зато се на основу добијених резултата, коригују улазни подаци за симулацију (промена облика припремка, измене резне контуре, површине за обликовање, силе и тако даље), а са циљем добијања прихватљивих резултата симулације.

Када се из симулације добију резултати који задовољавају квалитет комада, подаци који су коришћени у симулацији се користе за израду конструкције алата.

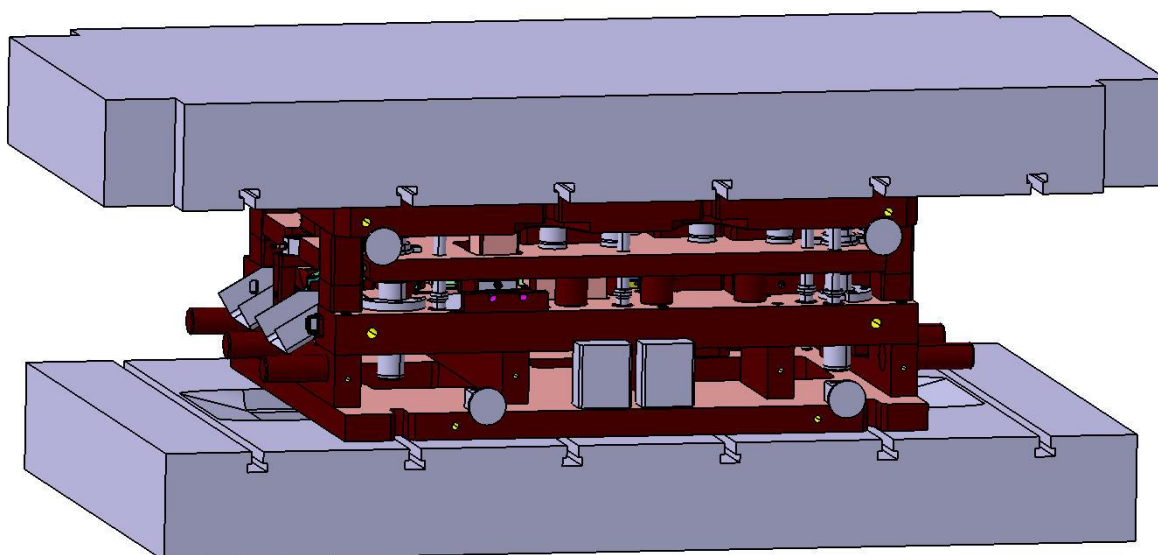


Слика 5.6 Симулација

5.5. 3D конструкција алата

3D конструкција се ради на основу одобрене методе, података о преси (веза са габаритима и начином везивања алата на пресу) и купчевих инструкција за израду алата. 3D конструкција алата подразумева да су измоделиране све позиције алата, што чини да ова фаза конструисања бива дужа од осталих фаза.

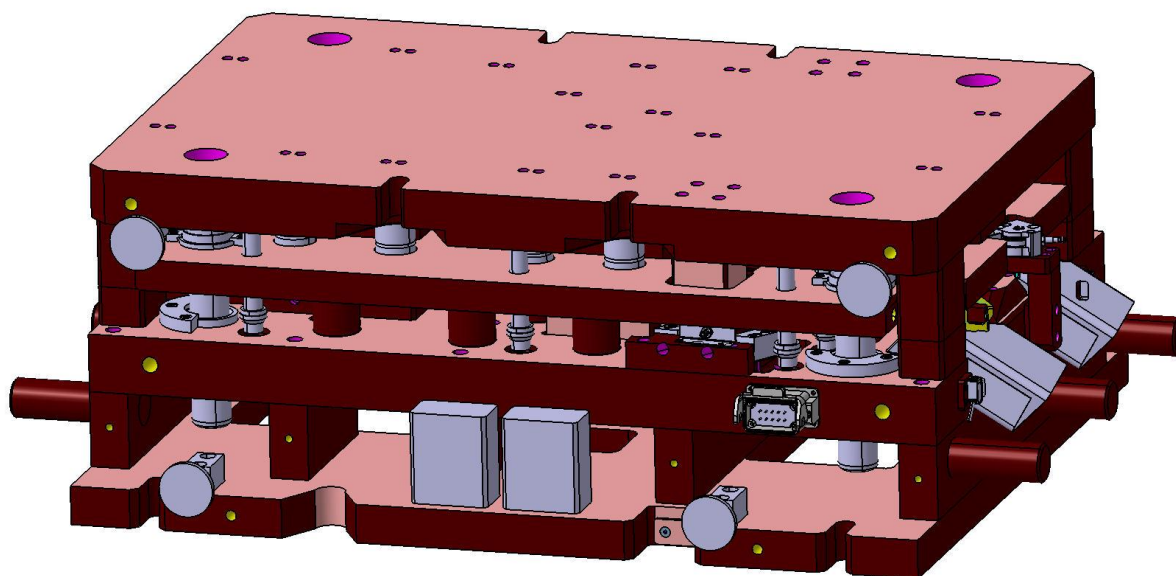
На слици 5.7 је приказана 3D конструкција алата са горњом и доњом базном плочом пресе за које се везује алат.



Слика 5.7 Изглед алата на преси

Такође, на алату се могу видети носачи алата (4 са приказане стране и 4 са супротне стране, односно 4 на доњем делу алата и 4 на горњем делу алата), који се користе за манипулацију и преношење, као и за позиционирање алата на пресу. На носаче се каче сајле, ланци или траке чија носивост, као и носивост крана, мора одговарати тежини алата.

На слици 5.8 је приказан исти алат само без приказа пресе, али се може видети начин везивања алата за пресу, односно канали за везивање. Лим се кроз алат креће са лева на десно, а на крају алата су постављени лимови за раздвојено одлагање једног од другог коначног комада, што је за серијску производњу делова врло битно.



Слика 5.8 Алат у затвореном стању

На алату се налази сензор, који је захтевао купац, и то на излазу комада из пресе и служи за бројање комада у серијској производњи.

На слици 5.9 је приказан доњи део алата и на слици 5.10 доњи део алата са методом, и свака позиција има своју функцију, као на пример:

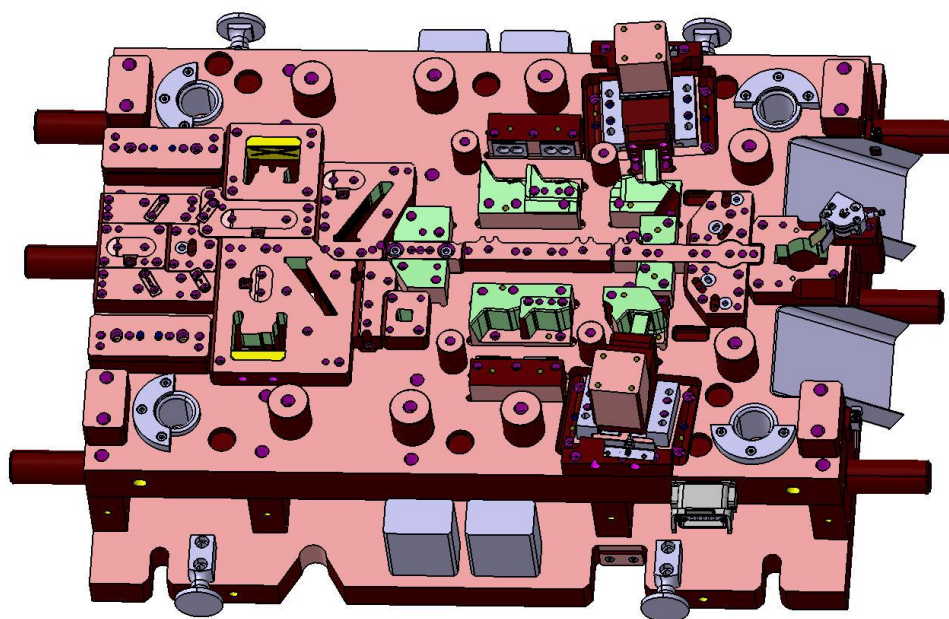
- У првом делу алата су матрице за пробијање/просецање равне траке (овај део алата се у пракси зове „штанцна“). Генерално, испод сваке матрице пролаз за отпад мора бити потпуно осигуран, јер нагомилавање отпада доводи до већих хаварија на алату,

- На улазу су лајсне за увођење траке у алат,

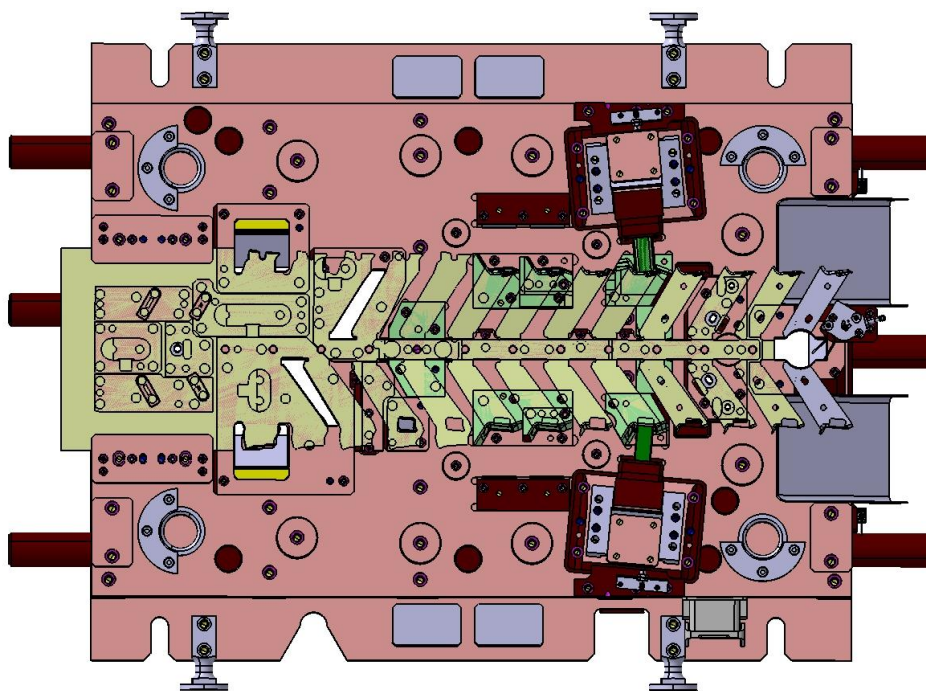
- Четири чауре служе за вођење стубова (са горњег дела алата), чиме се врши центрирање једне у односу на другу половину алата,

- Гредице између доње-базне и међуплоче су битне са аспекта надокнаде потребне висине алата,

- Дистанцери дефинишу најнижи положај за притисну плочу са горње половине алата и тако даље.



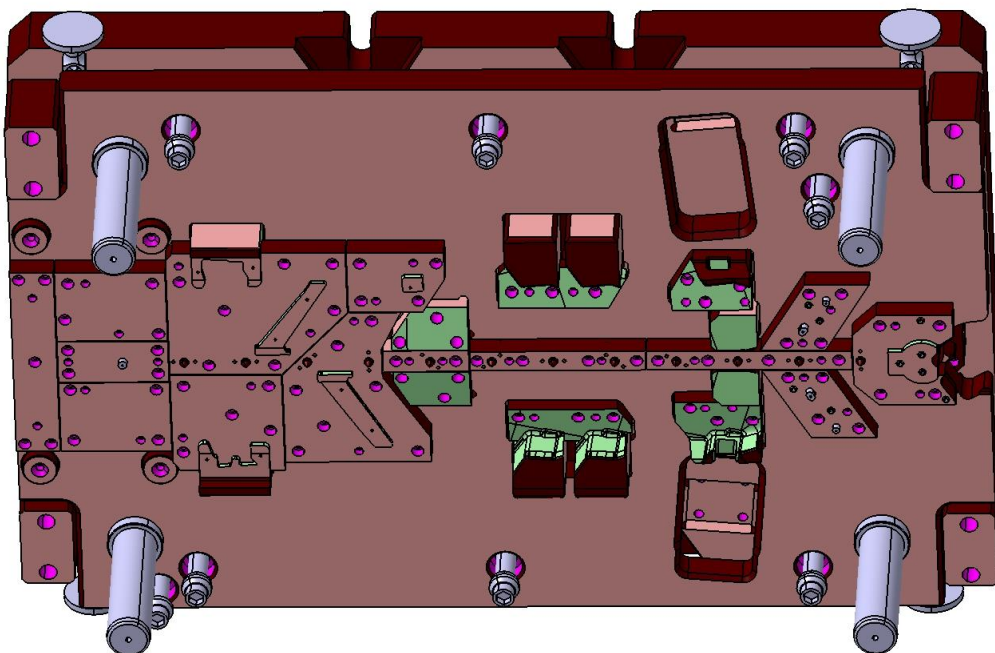
Слика 5.9 Изглед доњег дела алата



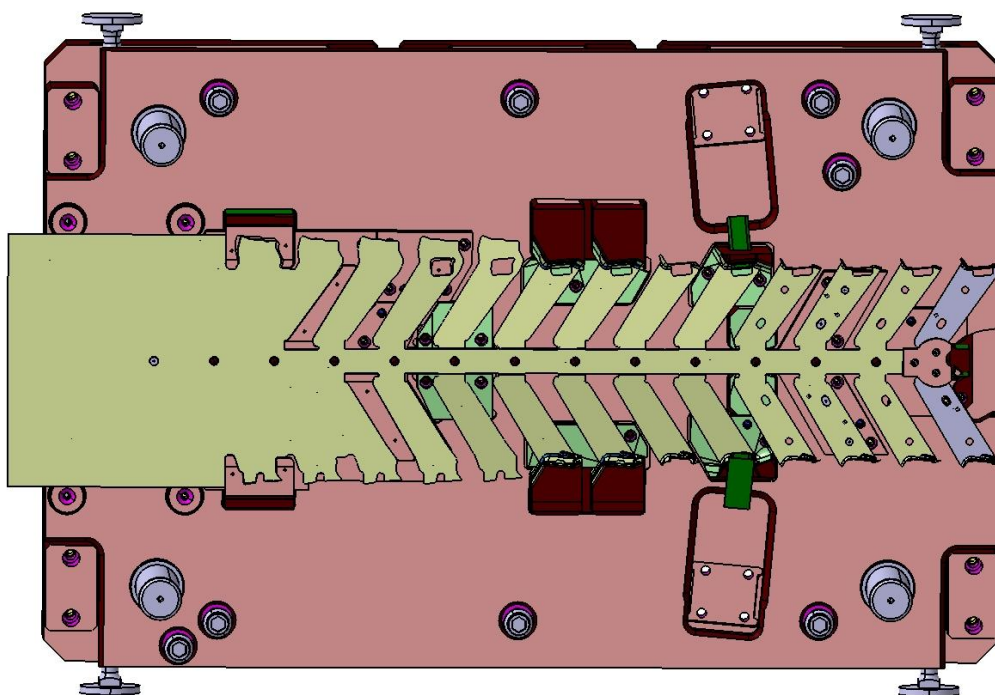
Слика 5.10 Доњи део алата са методом

На слици 5.11 је приказан горњи део алата и на слици 5.12 горњи део алата са развијеном методом, и свака позиција има своју функцију, као на пример:

- Сви ножеви и обликачи су фиксирани у усадним плочама.
- Притисна плоча, у крајњем доњем положају належа на траку, после чега следи резање и савијање. Између ножева и притисних плоча постоји зазор (дефинише купац, на пример 0.3 - 0.5 mm). Између ножева и матрица на доњем делу алата постоји зазор, који зависи од врсте и дебљине лима (дефинише га купац у инструкцијама).
- Ловци, позиционирају траку, током кретања кроз алат и тако даље.

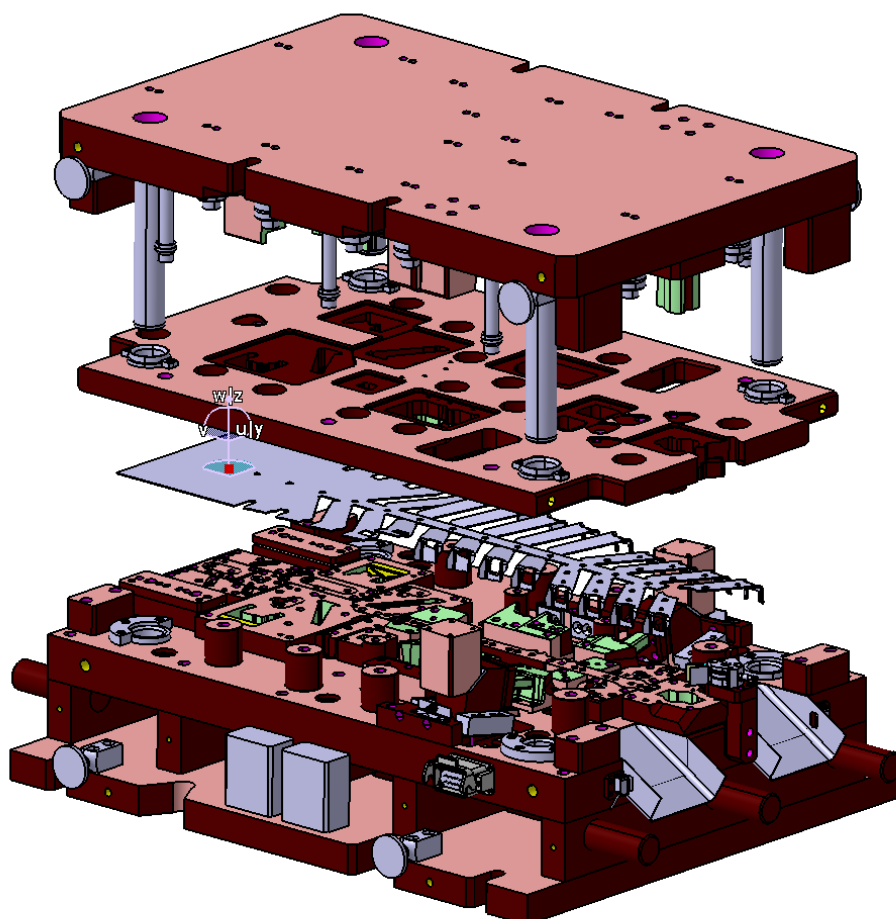


Слика 5.11 Горњи део алата без методе



Слика 5.12 Горњи део алата са методом

Ово је био кратак осврт на 3D конструисање пресерског алата, а на слици 5.13 је приказана 3D конструкција алата у програмском пакету *Catia* на илустративан начин, тако да је горња плоча одвојена од притисне, а метода је одвојена од горње и доње половине.

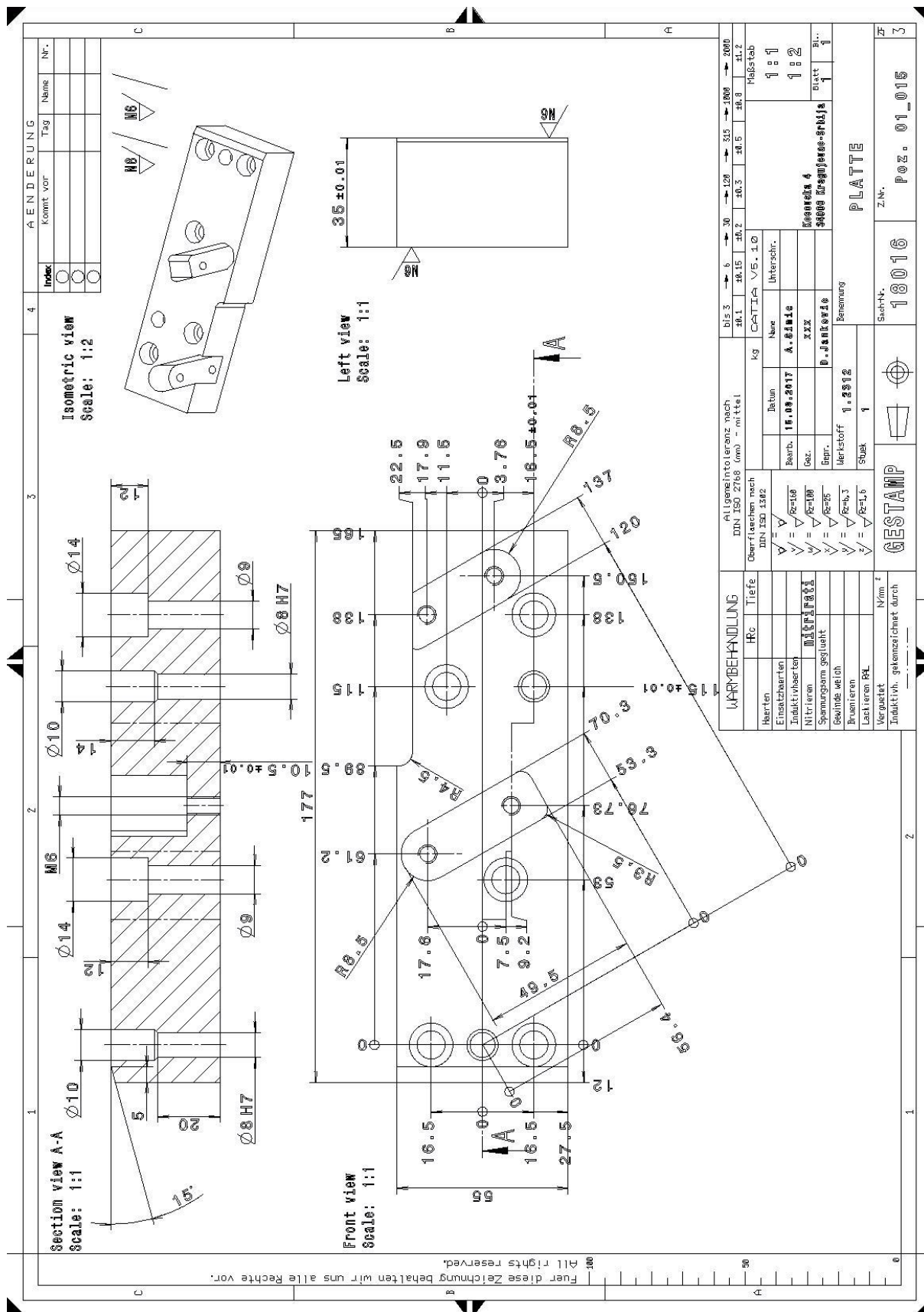


Слика 5.13 Изглед комплетног отвореног алата

По завршеној 3D конструкцији, конструктор израђује косовницу, а технолог преузима ове податке и преноси их у информациони систем израђујући бруто потребе, које затим планер допуњава роковима набавке и тиме је комплетиран захтев за набавку материјала.

5.6. 2D приказ позиција

После 3D конструисања пресерског алата следи израда 2D цртежа сваке од позиција. На слици 5.14 је приказан пример 2D цртежа позиције алата и на њему је котирањем и толеранцијама потпуно дефинисана тачност и квалитет обраде позиције. У табели су подаци о радном налогу, називу и ознаци позиције и датум израде цртежа [11].



Слика 5.14 2D цртеж

Овако одрађени 2D цртежи се достављају технологу који је задужен за технолошку обраду. Поред цртежа појединачних позиција, конструктори израђују и цртеже мањих склопова као и комплетног алата, који ће се користити приликом монтаже пресерског алата.

5.7. Технологија обраде

Технолошки поступак се ради у информационом систему и може бити израђен за једну позицију или више здружених позиција. Израђује се на основу захтева дефинисаних 2D цртежима, међутим, технолог мора пратити и 3D конструкцију, јер у неким случајевима прописује обраду у склопу више позиција, а са циљем осигурања квалитета механичке обраде и функционалности позиција.

Технолог дефинише редослед операција, време потребно за операцију (нормирано време) и даје кратке инструкције за сваку од операција.

Операције машинске обраде су: глодање, стругање, бушење, брушење, CNC глодање, ерозирање жицом, ерозирање електроодом и тако даље.

Операције термичке обраде су: побољшање, каљење, цементација, нитрирање и тако даље.

На слици 5.15 је приказан пример технолошког поступка за две здружене позиције:

RADNI POSTUPCI		RN 3N-18016		Strana 1 od 1																			
		<table border="1"> <tr> <td>Org. Tehnolog:</td> <td>21.08.2018</td> <td>Manđić Milomir</td> <td>Manđić Mil</td> </tr> <tr> <td>Tehnolog:</td> <td>21.08.2018</td> <td>Djordjević Višnja</td> <td>Djordjević V</td> </tr> </table>		Org. Tehnolog:	21.08.2018	Manđić Milomir	Manđić Mil	Tehnolog:	21.08.2018	Djordjević Višnja	Djordjević V	<table border="1"> <tr> <td>POČETAK:</td> <td>20.08.2017</td> </tr> <tr> <td>LANSIRAN:</td> <td>20.08.2017</td> </tr> <tr> <td>UZORAK:</td> <td></td> </tr> <tr> <td>ZAKLJUČAK:</td> <td>09.08.2018</td> </tr> <tr> <td>MAŠINSKI ROK:</td> <td></td> </tr> </table>		POČETAK:	20.08.2017	LANSIRAN:	20.08.2017	UZORAK:		ZAKLJUČAK:	09.08.2018	MAŠINSKI ROK:	
Org. Tehnolog:	21.08.2018	Manđić Milomir	Manđić Mil																				
Tehnolog:	21.08.2018	Djordjević Višnja	Djordjević V																				
POČETAK:	20.08.2017																						
LANSIRAN:	20.08.2017																						
UZORAK:																							
ZAKLJUČAK:	09.08.2018																						
MAŠINSKI ROK:																							
Oređ: 1.021.556,00 HALTER CRASH AUSSEN																							
POZICIJA	IME MP	SIFRA MP	BROJ PLANA	BRKOM. NAZIV	MATERIJAL	GRUBE MERE																	
1014	poz.01 014 Platte	10023184	1	FORMAT NESTANDARDNI 1.2312 1.2312		152 X 55 X 40																	
1015	poz.01 015 Platte	10023185	1	FORMAT NESTANDARDNI 1.2312 1.2312		182 X 60 X 40																	
INFZAP BR	EANTOK RN	RED BR SRN	POSTUPAK	SIFRA RC	PL.VR.	VR.RADA	IZVRŠIO RAD	Kontrol. dana	NAPOMENA														
10000	22.9.2017	62289	Glođanje	51210	poz.01_014 , 01_015	kote 35 sa dod. 0,2mm/str. , ostale okvime kote i < 15° na meru																	
20000	22.9.2017	62290	Brušenje merno	54100	poz.01_014 , 01_015	kotu 35 na meru																	
30000	22.9.2017	62291	Koordinatno bušenje	52100	poz.01_014 , 01_015	sve otvore na meru																	
40000	22.9.2017	62292	CNC_Glođanje_Mori Seiki	51920	poz.01_014 , 01_015	ukopa na meru_ zadovolji i kote 10,5																	
50000	22.9.2017	62293	Bravar	67100	poz.01_014 , 01_015	rezanje navoja , obaranje ivica i obeležavanje																	
60000	22.9.2017	62294	KOOPERACIJA - NITRIRANJE	90000	poz.01_014 , 01_015																		

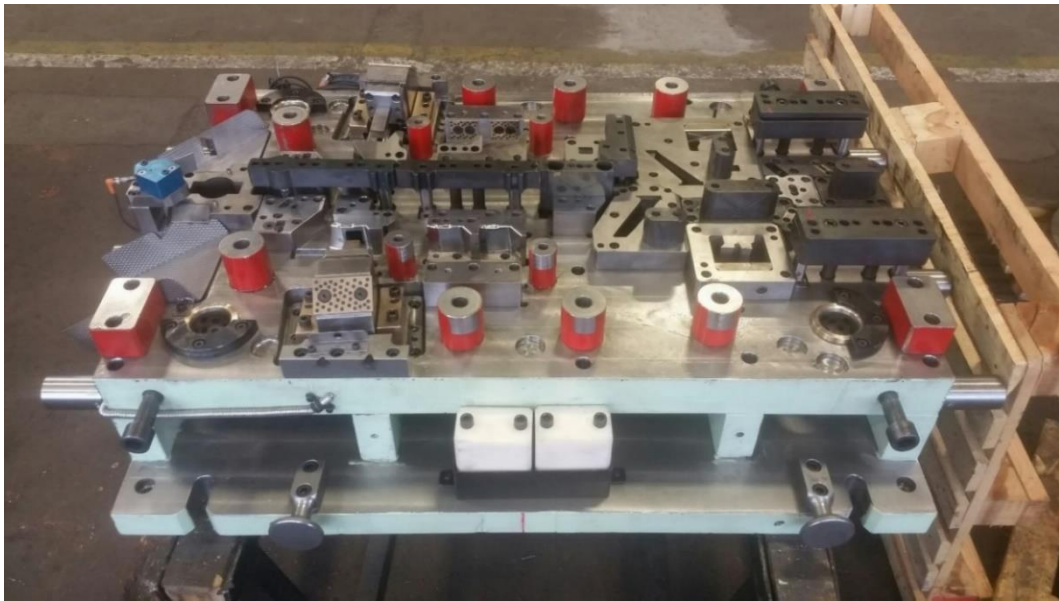
Слика 5.15 Технологија обраде позиције

Радник евидентира (помоћу бар кода) почетак и завршетак рада на одређеној операцији, тако да се у информационом систему у сваком тренутку може видети податак о утрошеним сатима на одређеној операцији технолошког поступка. По завршеној машинској обради, позиција се доставља на монтажу.

5.8. Алат спреман за испоруку

Алат је спреман за испоруку када су испуњени сви купчеви захтеви у погледу алата и комада. Докази о испуњености услова за испоруку су све отклоњене примедбе из записника са предпријема у присуству купца и мерни извештаји комада у толеранцији, алат је офарбан и означен по захтеву купца.

На сликама 5.16 и 5.17 се може видети како изгледа алат спреман за испоруку у отвореном стању (раздвојен горњи и доњи део). Алат се може транспортовати тако што се горњи и доњи део поставе (фиксирају) на две засебне палете, али се алат може затворити и поставити на једну палету. Одлука зависи првенствено од тежине алата, а доноси је произвођач алата.



Слика 5.16 Доњи део алата



Слика 5.17 Горњи део алата

Овако припремљен пресерски алат је прошао све услове и спреман је за испоруку купцу.

6. Закључак

У уводном делу рада су представљени алати уопштено, дат је кратак осврт на типове алата и како их можемо класифицирати. Из тих подела су извучени неки од најзначајнијих врста алата и дато је јасно објашњење значаја алата.

Овај рад се бави проблематиком производње пресерских алата, зато је у наставку рада дат опис пресерских алата, њихова намена, њихов изглед и подела. Како је већ наведено пресерски алати спадају у групу сложених алата, због свог изгледа и сложености израде. Као једна од најбитнијих подела пресерских алата је на алате за просецање и пробијање, алате за савијање, алате за дубоко извлачење, корачне (прогресивне) алате, који су у овом раду описани и трансфер алати. У овом раду је изабран прогресивни пресерски алат, јер је он један од најсложенијих алата, али је и алат који од свих наведених укључује све процесе рада одједном, односно укључује процесе као што су просецање, пробијање, савијање, и за разлику од трансфер алата није потребно додатно конструисати трансфере за вођење лима. Прогресивни пресерски алат је најкомплетнији пресерски алат који је био погодан за објашњење комплетног функционисања пресерских алата и самим тим је погодан као пример за приказ организације израде једног оваквог алата.

Као једна од најбитнијих тема овог рада је организација рада приликом прављења пресерских алата. У овом раду је изабрана *IDEF* метода као један од начина организације производње пресерских алата. *IDEF* метода има више грана и изабрана је *IDEF0* метода, као метода која највише одговара за организацију рада оваквих типова система, тако да је *IDEF0* метода приказана на практичном примеру производње пресерског алата. Објашњена је примена *IDEF0* методе, односно где све може бити примењена. Објашњено како се графички приказује организација рада, односно *IDEF0* метода.

IDEF0 метода је урађена на практичном примеру организације рада приликом производње једног пресерског алата, у овом случају прогресивног пресерског алата. *IDEF0* метода има тачно одређена правила и подржана је *ISO* стандардом, што омогућава њену примену и на другим процесима производње. Правила којим су дефинисани процеси помоћу којих се организује рад за производњу пресерских алата у овом примеру су: продаја; пројектно вођење; израда конструкције и технологије; набавка материјала; припрема производње, машинска обрада и монтажа; и проба алата. Ових шест процеса су графички приказани како налажу правила *IDEF0* метода, и тачно је дефинисано који су процеси потребни и како су организовани.

У наставку рада је приказан практичан пример прогресивног пресерског алата, кроз фазе које налаже *IDEF0* метода. У овом делу рада објашњено је угрубо како функционише један пресерски алат и који су најбитнији делови алата, ради лакшег схватања функционисања истог. На практичном примеру приказано је како изгледа термински план за израду пресерског алата, како се приступа техничко-технолошким захтевима и како се анализирају, затим како се израђује метода и симулација за одговарајући пример. Поред ових области приказано је како изгледа конструкција и како се до ње долази, као и како изгледа *2D* приказ појединачних позиција, затим је

приказано и објашњено како изгледа писање технологија обраде и на крају како изгледа алат спреман за испоруку.

Приказом свих ових информација нам показује како је могуће организовати израду једног сложеног алата као што је пресерски алат. Обухваћени су сви процеси и дефинисане одговорности. Објашњено је функционисање пресерских алата, којима су омогућене израде милионских серија у аутомобилској индустрији, као и индустрији беле технике.

Литература

- [1] <http://www.tehnickasd.edu.rs/masinstvo/Alati-i-Pribori-Skripta.pdf>, преузето, 8.05.2018.
- [2] <http://ss-industrijska-strojarska-zg.skole.hr/upload/ss-industrijska-strojarska-zg/multistatic/.../alatnicarstvo.pdf>, преузето, 8.05.2018.
- [3] <http://www.tooldesign.rs/srb/preserski.html>, преузето, 07.07.2018.
- [4] http://www.dpm.ftn.uns.ac.rs/dokumenti/Laboratorija/za_deformisanje/Masinogradnja/Razdvajanje.pdf, преузето, 07.07.2018.
- [5] Александровић С., Производне технологије (Технологија пластичног обликовања), скрипта, Факултет инжењерских наука, Крагујевац, 2011 године.
- [6] <http://www.ftn.kg.ac.rs/konferencije/rppo13/Monografije/RIS%20i%20BP.pdf>, преузето, 15.07.2018.
- [7] <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.666.643&rep=rep1&type=pdf>, преузето, 15.07.2018.
- [8] <http://elibrary.matf.bg.ac.rs/bitstream/handle/123456789/1903/primena%20IDEFO.pdf>, преузето, 07.08.2018.
- [9] <https://dk.um.si/Dokument.php?id=9484>, преузето, 07.08.2018.
- [10] Марјановић Н., Конструисање помоћу рачунара – скрипта, Факултет инжењерских наука, преузето, 15.08.2018.
- [11] Марјановић Н., Јовичић С.: Основи конструисања, Машински факултет, Крагујевац, 2011.

Списак слика

Слика 2.1 Просецање и пробијање	6
Слика 2.2 Алат за пробијање и просецање	7
Слика 2.3 Алат за савијање	8
Слика 3.1 Правоугоник (активност) са стрелицама	11
Слика 3.2 Облици стрелица.....	12
Слика 3.3 Процес декомпоновања у <i>IDEF0</i> моделирању.....	13
Слика 3.4 Дијаграм стабла активности	14
Слика 4.1 Процес А0 – Производња алата.....	16
Слика 4.2 Процес А1 – Продаја	19
Слика 4.3 Процес А2 – Пројектно вођење	21
Слика 4.4 Процес А3 – Конструисање и технолошка обрада	23
Слика 4.5 Процес А4 – Набавка материјала/услуга	26
Слика 4.6 Процес А5 – Припрема производње, машинска обрада и монтажа.....	28
Слика 4.7 Процес А6 – Проба алата	30
Слика 5.1 Техничко-технолошки захтеви - подаци	36
Слика 5.2 Изглед комада	37
Слика 5.4 Детаљи са 2D цртежа радног комада 2	38
Слика 5.5 Развијена метода	38
Слика 5.6 Симулација	39
Слика 5.7 Изглед алата на преси.....	40
Слика 5.8 Алат у затвореном стању	40
Слика 5.9 Изглед доњег дела алата	41
Слика 5.10 Доњи део алата са методом.....	41
Слика 5.11 Горњи део алата без методе	42
Слика 5.12 Горњи део алата са методом	42
Слика 5.13 Изглед комплетног отвореног алата	43
Слика 5.14 2D цртеж	44
Слика 5.15 Технологија обраде позиције.....	45
Слика 5.16 Доњи део алата.....	46
Слика 5.17 Горњи део алата	46