

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Инжењерски алати

Број индекса: 519/2015

Наталија А. Пантелић

Конструисање контролника за делове у аутомобилској индустрији

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Ненад Марјановић, ред. проф. - ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог дипломског рада кандидат треба да:

Конструише контролник за мерење пластичних делова у ауто-индустрији, поштујући правила конструисања. Контролник треба да испуни све услове и да буде конструисан по свим стандардима. Пожељно је урадити CAD модел контролника и на основу тог модела доставити одговарајућу техничку документацију, потребну за израду контролника. Контролник треба да буде конструисан тако, да може бити изводљив у пракси. Пожељно је да задовољи економске аспекте, и на тај начин своју изводљивост и докаже.

Резиме

У овом раду биће детаљно описан процес конструисања контролника, поштујући правила конструисања, који би за функцију имао мерење габарита, тачније проверу пластичног дела. За конструсање контролника у аутоиндустрији потребно је прво на основу добијеног 3D модела готовог пластичног дела дати предлог на који начин би сам контролник, који треба да задовољи све стандард и правила, могао бити конструисан, а самим тим и израђен. Овакав контролник у потпуности врши сва мерења и у целости замењује радника.

Кључне речи: Конструисање, контролник, ауто-индустрија

Abstract

In this paper, the process of designing the gauge will be described in detail, respecting the construction rules, which would have the measurement of the gauge, or the verification of the plastic part for the function. For the designing of gauges in the automotive industry, it is first necessary, based on the obtained 3D model of the final plastic part, to propose how the controller itself, which should meet all the standards and rules, can be constructed and thus developed. This gauges fully performs all measurements and completely replaces the workers.

Keywords: Designing, gauge, automotive industry

Садржај

1. Увод.....	1
1.1 Задатак.....	1
1.2 Историјски развој мерних уређаја	1
1.3 Опрема за контролисање, мерење и испитивање	2
1.4. Мерење, контрола и основни метролошки појмови.....	3
1.5 Област примене	4
1.6 Мотивација	4
2. Основно о контролницима	4
3. Постављање техничког задатка и формирање листе захтева.....	6
4. Детаљно конструисање контролника.....	9
4.1 Координатни систем.....	10
4.1.1 Систем референтних тачака	10
4.1.2 RPS тачке.....	10
4.1.3 Референтни систем компоненти	11
4.1.4 Правило 3-2-1.....	13
4.1.5 Захтеви приликом дефинирања референтних тачака	16
4.1.6 Поступак за компоненте са референтном машинском обрадом (RB).....	18
4.1.7 Локални системи позиционирања (LPS) за функционалне области	18
4.1.8 RPS, RB, и LPS тачке	19
4.2 Конструисање профила и зазора	23
4.3 Команда „draft angle“	25
4.4 „Destaco“ клампе	27
4.5 Конструисање инсерта	29
4.6 Плоча	32
4.7 Стандардни елементи сваког контролника.....	33
5. Техничка документација контролника.....	34
5.1 Сертификат калибра, координата сфера за мерење	35
6. „MSA“ студије	37
6.1 G R&R студија.....	38
7. Закључак.....	40
8. Литература	41
9. Прилог.....	42

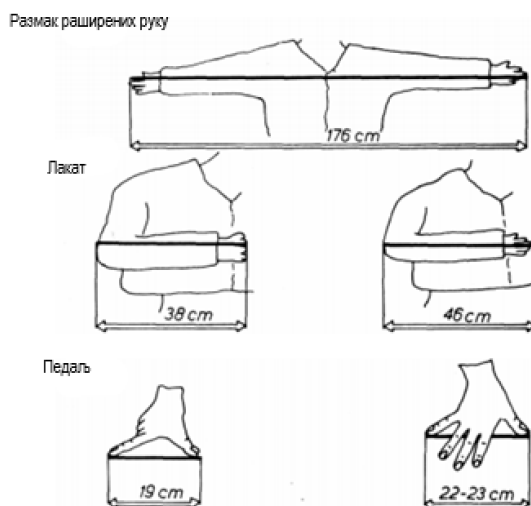
1. Увод

1.1 Задатак

Задатак овог дипломског рада, јесте да се конструише контролник за пројекат “Stecca” фирме SIGIT D.O.O, поштујући правила конструисања и све стандарде за моделирање и израду контролника, који би мерио готов пластични део у тренутку када се исти постави на контролник. У склопу тога, обавила су се неопходна конципирања, разрада конструкције, моделирање делова, склопова и израда комплетне техничке документације контролника у софтверском пакету Autodesk SolidWorks. Мерење уз помоћ контролника се изводи са циљем: утврђивања димензија производа, њиховог упоређивања са захтевима конструктивне и друге документације и провере погодности технолошког поступка за постизање задатог нивоа квалитета производа. Контрола и провера мерне инструментације има за циљ утврђивање метролошких карактеристика мерила и погодности његове примене у експлоатацији.

1.2 Историјски развој мерних уређаја

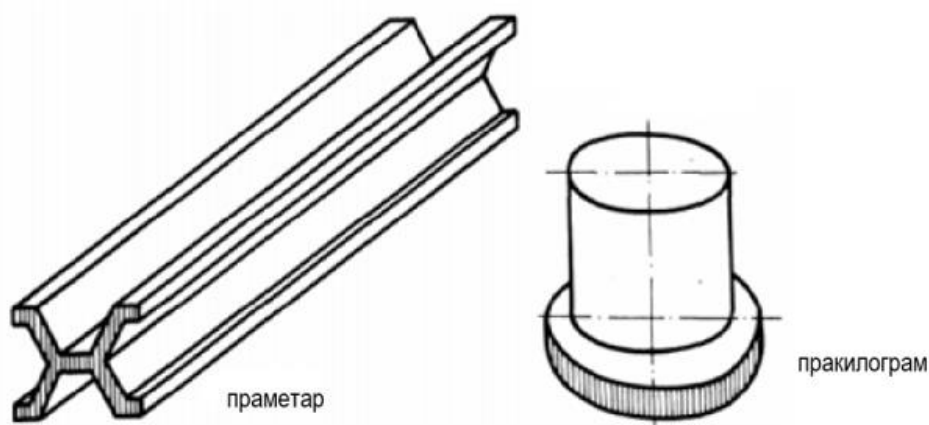
Потреба за мерењима различите врсте јавља се, практично, са настанком човека. Најстарији трагови мерења потичу из древних времена (4000 година пре н. е.), тј. из времена када је на плодним равницама Тигра и Еуфрата грађен систем наводњавања (дуг око 160 км). Првобитне јединице мере (слика 1.) развијене у Персији, античкој Грчкој, старом Риму и другим земљама су, по правилу, представљале делове човечијег тела или других карактеристичних објеката који су обележили дату епоху. Тако, нпр., као јединице дужине јављају се: палац, лакат, стопа, хват (размак раширених руку), корак, двоструки корак, шоља чаја далеко и сл.) за масу: тешка и лака мина, талантон и сл.; за запремину: сребрна ваза, амфора итд. Очигледно је да су се, поред карактеристичних објеката и делова човечијег тела, користиле и карактеристичне појаве као јединице мере (шоља чаја далеко-пређени пут за време док се врео чај не охлади и сл.) [2]



Слика 1. - Првобитне мерне јединице

Потреба за обезбеђењем јединства мера и мерења, као и дефинисањем константне (сталне) јединице мере захтевала је и развој одговарајућих еталона јединица мере. Тако је, археолошким ископавањима, откривен и први еталон за мерење дужина.

Друга етапа развоја јединица мере и њихових еталона везана је за развој науке и прогрес научно-техничког експеримента. То је довело до развоја јединица мере на бази вештачких еталона. У периоду од 1792. до 1799. год. настаје, у Француској, архивски праметар. Године 1875. донета је Међународна конвенција о метру, којом су дефинисани: праметар као јединица дужине и пракилограм као јединица масе који су приказани на слици 1.1 [2]



Слика 1.1 - Праметар и пракилограм као јединица масе

1.3 Опрема за контролисање, мерење и испитивање

Испоручилац контролише, еталонира и одржава опрему за контролисање, мерење и испитивање било да је његова, позајмљена или добијена од купца ради доказивања усаглашености производа са утврђеним захтевима. Опрема се користи на начин који осигурава да је грешка мерења позната и да одговара захтеваним могућностима мерења [3].

Испоручилац мора да:

- а) одреди мерења која ће се вршити и захтевану тачност, и да одабере одговарајућу опрему за контролисање, мерење и испитивање;
- б) одреди, еталонира и подеси сву опрему за контролисање мерење и испитивање и уређаје који могу утицати на квалитет производа у прописаним интервалима времена или пре употребе, према провереној опреми чија је веза са националним еталонима позната – када такви стандарди не постоје, основа за еталонирање мора се документовати;
- ц) утврди, документује и спроводи поступке стационирања, укључујући детаље о врсти опреме, идентификационом броју, месту, учестаности провере, методи провере, критеријумима за пријем, као и активности коју предузима када су резултати незадовољавајући;

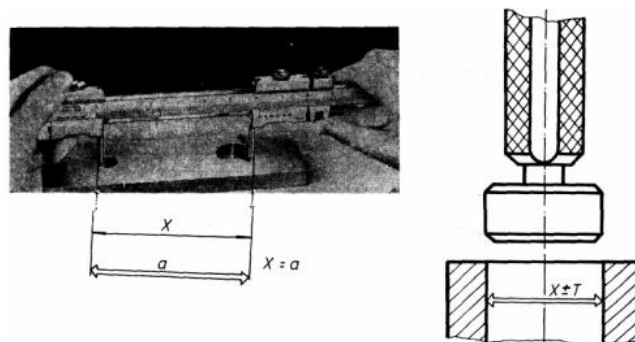
- д) осигура да опрема за контролисање, мерење и испитивање има потребну тачност и прецизност;
- е) означи опрему за контролисање, мерење и испитивање помоћу погодне ознаке или извештаја о одобреној идентификацији ради указивања на стање у погледу еталонирања;
- ф) води евиденцију о еталонирању опреме за контролисање, мерење и испитивање;
- г) оцени и документује вредност резултата претходних контролисања и испитивања када се установи да опрема за контролисање, мерење и испитивање не одговара захтевима еталонирања;
- х) осигура да услови околине буду погодни за еталонирања, контролисања, мерења и испитивања која се обављају;
- и) осигура да руковање, чување и складиштење опреме за контролисање, мерење и испитивање буде такво да се одржава њена тачност и погодност за употребу;
- ј) заштити опрему за контролисање, мерење и испитивање, укључи прибор и софтвер за испитивање од раздешавања која би обезвредила постојеће еталонирање. Подаци мерења и испитивања морају бити расположиви када их траже корисник или његов представник, ради верификовања њихове исправности.

1.4. Мерење, контрола и основни метролошки појмови

Основни циљеви и задаци мерења и контроле се огледају у експерименталном дефинисању квалитета и тачности, метролошком обезбеђењу и подизању нивоа квалитета производње. При томе треба разликовати и појмове мерења и контроле. Мерење (слика 1.2) је одређивање бројне вредности физичке (мерене) величине (Q) експерименталним путем, директним или индиректним упоређивањем мерене величине са утврђеном јединицом мере (U). Основна зависност мерења је облика:

$$Q = q \cdot U$$

где је, поред поменутих величина, q - бројна (квантитативна) вредност мерене величине (однос мерене величине и мерне јединице).



Слика 1.2 - Приказ мерења

Мерење се изводи са циљем: утврђивања димензија производа, њиховог упоређивања са захтевима конструктивне и друге документације и провере погодности технолошког поступка за постизање задатог нивоа квалитета производа. Контрола је процес добијања и обраде информација о контролисаном објекту са циљем утврђивања тачности производа, тачности технолошког поступка израде или изналагања корекције управљајућих дејстава на технолошки систем. Контролом се оцењују одступања контролисане величине од документацијом дефинисаних одступања, одн. изводи провера да ли се контролисана величина (димензија) налази унутар прописаних граница толеранције (минималног или максималног одступања) [3].

1.5 Област примене

Контролник који је тема овог завршног рада категорише се у аутоиндустрији, што значи да је његова област примене везана искључиво за аутомобилску индустрију. Сама подела контролника није доступна, с обзиром на то да је сваки контролник измоделиран према одређеном стандарду, у зависности од клијента. За потребе клијента "FIAT", у даљем раду ће бити објашњено које критеријуме треба да задовољи овај контролник. Битно је напоменути да овакав контролник служи за само један готов пластични део, без могућности да се користи за неки други, или чак сличан.

1.6 Мотивација

Вођени филозофијом да човек не може да испрати темпо које намећу машине у производњи, доводи до закључка да се израда контролника са циљем утврђивања тачности производа, тачности технолошког поступка израде или изналагања корекције управљајућих дејстава на технолошки систем у потпуности исплати. Као додаток томе, уколико се ради о средини која је опасна по човека, оваква одлука изради контролника још више потврђује ово размишљање. Мотивација лежи баш у томе, да се конструише контролник који може да мења радника у три смене, а да притом ефикасност буде већа од ефикасности радника. У циљу конструисања оваког контролника примењује се знање стечено током досадашњег школовања, а пре свега пракса која је стечена у фабрици SIGIT D.O.O.

2. Основно о контролницима

Израз "контролник" изведен је и односи се на француску реч "jauge", што значи "резултат мерења", а ова реч споменута је у документима из 13. века. Главно значење је "стандардна мера тежине или величине којој се објекти могу упоређивати".

У америчкој правопису позната је као "gage". Сам по себи, мерач није јединица дужине од једног инча, милиметра или стопала. То је упоредни стандард,

дефинисани скуп величина или дебљине. Данас, у свету се броји око око 55 различитих мерила (контролника). Сви ови мерачи се више или мање разликују у распону, величини и нагибу или деклинацији са вишим бројевима бројача. Постоје и мерачи слова, користећи слова уместо бројева.

Мерни алати су сви корисни алати за процену прихватљивости дела у поређењу са унапред утврђеном спецификацијом, у суштини "мерење", да ли је компонента у датој толеранцији и погодна за сврху. Продуктивност се повећава елиминацијом честих, али неопходних операција као што је позиционирање и провера компоненти. Брзина операција се такође може повећати, јер је пружена подршка за стежање врло чврста да би се осигурало ниво сигурности. Тачност произведених заменљивих делова је још једна предност коришћења контролника као дела производног процеса. Таква поновљивост делова веће количине смањује отпад и штеди трошкове рада за произвођаче широм света. Штавише, контролнике могу користити полу-квалификовани машински оператери. Контролник је једноставно средство за индустријска производна предузећа која контролишу различите величине производа, погодне за масовну производњу производа, као што су ауто делови.

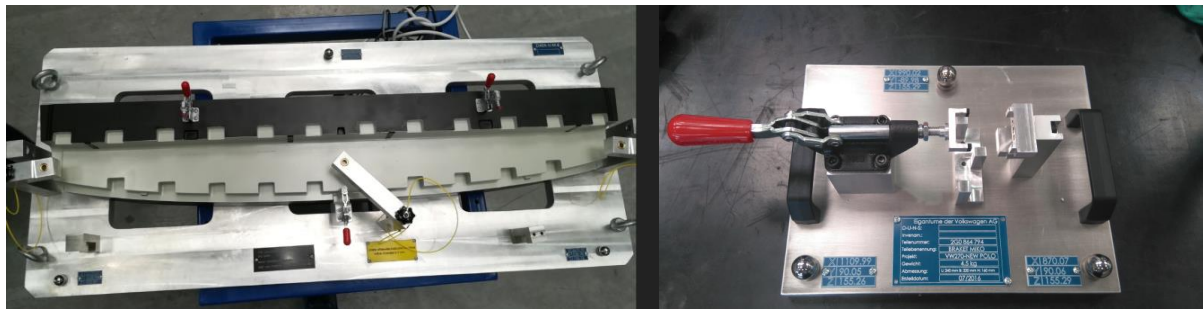
Дизајн доброг контролника који омогућава лаку и поновљиву проверу производа током времена је најбољи начин да се обезбеди да не производе непотребни производи који нису у складу са захтевима.

Сагледавајући већ постојећа решења, дошло се до закључка да контролници имају, у суштини, исту концепцију, а да им дизајн тј. спољни изглед зависи од дела који се контролише, тачније, мери и од стандарда. На слици 2. приказана је једна концепција контролника.



Слика 2. - Приказ могуће концепције контролника

У прилог теорији о експанзији индустријских контролника говоре подаци представљени у табели 2 [4]. Док су на слици 2.1 приказани изгледи неки од осталих типова контролника.



Слика 2.1 - Приказ осталих типова контролника

Year	Number of produced gauges on the year level
2002	114,000
2003	113,000
2004	99,000
2005	118,000
2006	139,000
2007	252,000
2008	297,000
2009	301,000
2010	353,000
2011	392,000
2012	390,000
2013	416,000
2014	487,000
2015	501,000
2016	531,000
2017	565,000

Табела 2. Приказ експанзије контролника у ауто-индустрији

С обзиром на то да је реч о аутомобилској индустрији где су сви пројекти унапред заказани, може се закључити да ће контролници за мерење готових пластичних делова бити потребни и у скорој будућности. Ову чињеницу послодавци и велике компаније широм света користе и труде се да наставе са досадашњим радом, или пак прилежу променама које могу позитивно утицати на жељене функције. Због тога, стално се ради на усавршавању.

3. Постављање техничког задатка и формирање листе захтева

Технички задатак представља улаз у процес конструисања и настаје услед техничких потреба и планирања производа са циљем да се постојеће техничко стање промени и обогати у корист човека.

Технички задатак

Функција: Оцењују се одступања контролисане величине од документацијом дефинисаних одступања, тачније изводи се провера да ли се контролисани

пластични део налази унутар прописаних граница толеранције (минималног или максималног одступања).

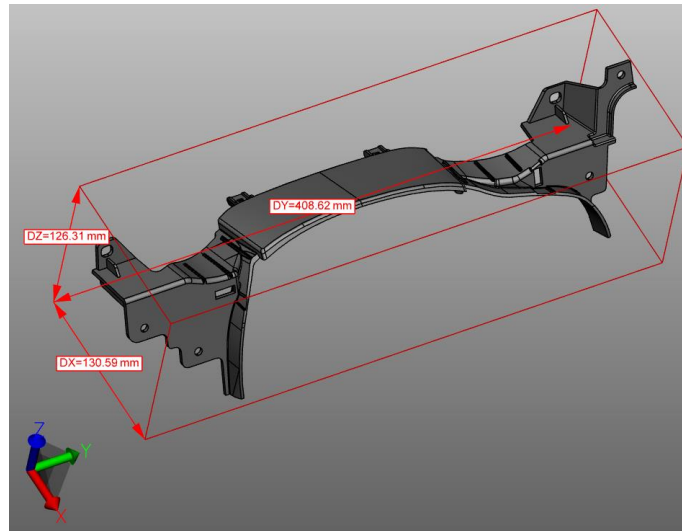
Технички задатак се формира на основу захтева, услова, ограничења и жеља које се постављају пред будућу конструкцију. Често је технички задатак дефинисан од стране купца, али је неопходно да конструктор разради задатак и да га усагласи са наручиоцем и извођачима. Резултат разраде техничког задатка треба да буде спецификација, односно детаљан опис захтева, који се обично изводи у облику листе захтева. Стога је у табели 3. представљена листа захтева за контролник који се конструише. Приказ 3D модела пластичног дела који овај контролник контролише је дат на слици 3.

Из дате табеле може се видети да су формирани чврсти и лабави захтеви. Чврсти захтеви су они захтеви који се морају испунити и сходно томе они су у овом раду испуњени. Док су лабави захтеви они захтеви који се не морају испуне, али они су у овом раду испуњени тек пошто су испуњени чврсти захтеви из горе приказане табеле 3.

На основу 3D модела пластичног дела који се бризга конструише се контролник. 3D моделе најчешће шаље клијент када шаље захтев да се контролник конструише, а касније и изради.

Контролник			
Ред бр.		Чврст захтев	Лабав захтев
1.	ФУНКЦИЈА - Контролник омогућава мерење готовог пластичног дела димензија 409x126x131 mm - Оцењује одступања контролисаног пластичног дела од документацијом дефинисаних одступања - Контролник треба да има шест степена слободе тј., три translације и три ротације - Контролник треба да осигура потребну тачност и прецизност - Треба да осигура руковање, чување и складиштење, тако да се одржава тачност контролника и погодност за употребу	+ + + + +	
2.	ПОДАЦИ БИТНИ ЗА ИЗВРШЕЊЕ ФУНКЦИЈА - Користити одређене материјале (алуминијум/некурон) за израду контролника - Користити што више стандардних елемената - Контролник треба да задовољи стандарде клијента	+ +	+
3.	РАДНА СВОЈСТВА - Радни век са задатом прецизношћу и одржавањем 5 до 10 година - Прецизност понављања операција - Брзо и прецизно мерење	+ + +	
4.	ЕРГОНОМСКА СВОЈСТВА - Потпуно безбедно руковање	+	
5.	ТЕХНОЛОШКА СВОЈСТВА - За конструисан контролник при изради користити CNC машине и глодалице	+	
6.	ИСПОРУКА - Рок за завршетак конструкције 15.11.2018.	+	
7.	ЕКОНОМСКИ УСЛОВИ - Једноставно коришћење - Што мањи број делова као и што мања сложеност делова - Цена: До 10 000 евра	+	+ +

Табела 3. Листа захтева за контролник који се конструише

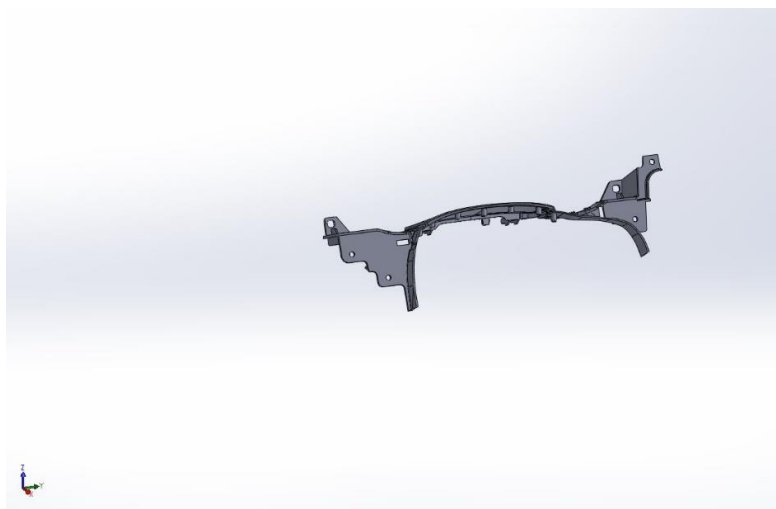


Слика 3 - Приказ 3D модела пластичног дела који се контролише

4. Детаљно конструисање контролника

Детаљно конструисање представља део процеса конструсања у којем се комплетира конструкција техничког система са коначним дефинисањем распореда, облика, димензија и карактеристика површина свих компонената, врши дефинитиван избор материјала, технологије израде и прорачун трошкова. У овом делу рада биће дат поступак моделирања самог контролника на основу готовог пластичног дела, презентована техничка документација, дато упуство одржавања и сервисирања и дате карактеристике контролника.

Пре самог конструисања контролника битно је напоменути да је полазна тачка за исти, пластичан део који је добијен бризгањем. Битне информације за поступак бризгања је да се пластична маса у облику гранула растопи до мере када је уз помоћ притиска убризгавамо у алат за бризгање, где се хлади у већ задати облик. Уз помоћ параметара, резултат је производ који је тачна копија калупа. На слици 4.1 је дат 3D модел пластичног дела.



Слика 4.1- Приказ 3D модела

4.1 Координатни систем

Координатни систем се дефинише тако што се најпре одреди референтна тачку (нулта тачка) и дефинишу просторни правци (X, Y и Z). Системи координата се користе да јасно опишу положај тачака и објеката у геометријском простору. Референце се користе за дефинисање овог простора.

4.1.1 Систем референтних тачака

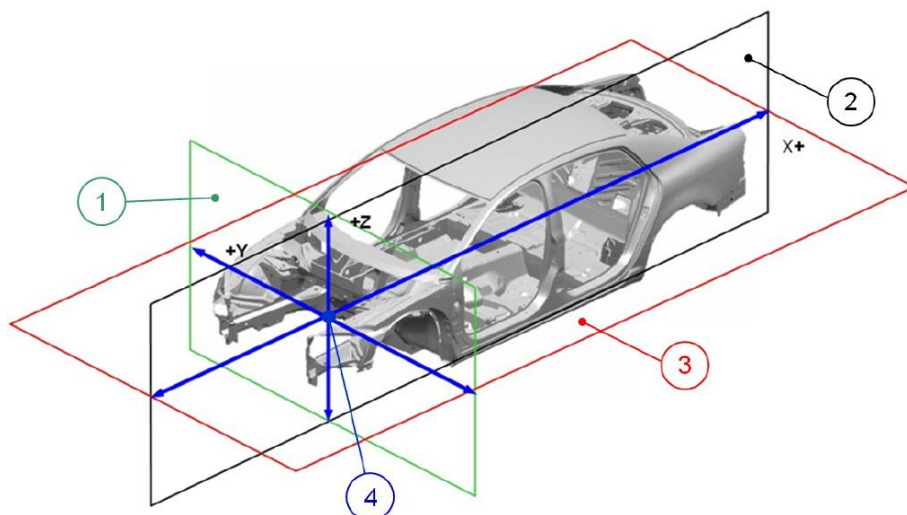
Систем референтних тачака је систем са дефинисаним правилима за пројектовање, означавање и заступање референтних тачака и референтних система компоненти на компонентама на стандардизован начин током читавог процеса настанка возила.

Систем референтних тачака осигурава да поједини делови, склопови и цели системи могу бити јасно позиционирани у координатном систему возила. Ово осигурава да је положај компоненти релативно једнако јасно дефинисан. На овај начин толеранције појединачних компоненти у односу на друге могу се прецизно и тачно описати за целокупни процес производње, инспекције и тестирања. Систем се користи као основа за системе толеранције у управљању истих.

4.1.2 RPS тачке

RPS тачке помажу у проналажењу компоненти на савршено поновљив начин током индивидуалног процеса кораци у процесу настанка возила (производња и контрола квалитета). У том контексту, "лоцирање" значи да ће RPS тачке компоненте бити постављене у одговарајуће контактне тачке одговарајућих спојних или мерних склопова. Метод лоцирања је описан у одређеној компоненти, специфичног за производњу, методу специфичног за инспекцију и специфични начин испитивања у перформансама RPS тачке су дефинисане са одговарајућим елементима геометрије RPS-а, као што су на пример рупе, површине, игле и њихове циљне координате у глобалном референтном систему. [5]

Возила су димензионисана помоћу глобалног координатног система возила (тродимензионални Cartesian систем). Нулта тачка овог система постављено је у центар на висини предње осовине возила. Користећи ове мрежне линије, свака тачка у возилу може се јединствено дефинисати по координатама.



Слика 4.2 - Глобални координатни систем за возила

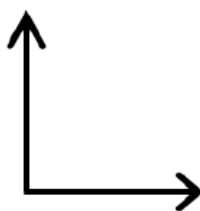
Легенда:

- 1 Вертикална YZ раван
- 2 Уздужно централна XZ раван
- 3 Хоризонтална XY раван
- 4 Референтна тачка координатног система возила

4.1.3 Референтни систем компоненти

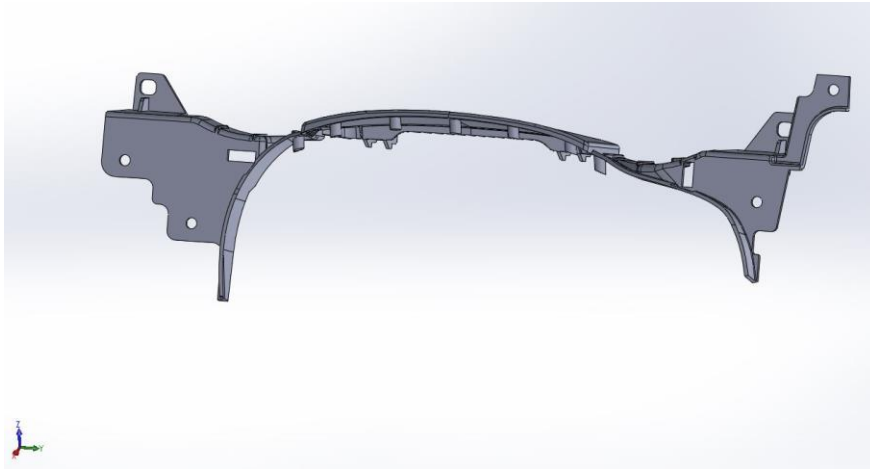
Референтни системи компоненти користи се за дефинисање координатног система на компонентама. Саставни део координатног система се користи да дефинише елементе геометрије који су важни у смислу компонента. Референтне тачке у референтним системима компоненти користе се за позиционирање и толеранције - у координатном систему возила - теоријске позиције компоненти релативно једни другима. Референтна тачка референтног система компоненте дефинисана је тачком пресека три референтне равни. Ове референтне равни су дефинисане RPS тачкама означеним на компоненти. Референтни систем компоненте је позициониран у односу на глобални координатни систем са нултом толеранцијом.

На слици 4.3 приказан је симбол за графички приказ референтне тачке компоненте референтни систем у инжењерском цртежу.



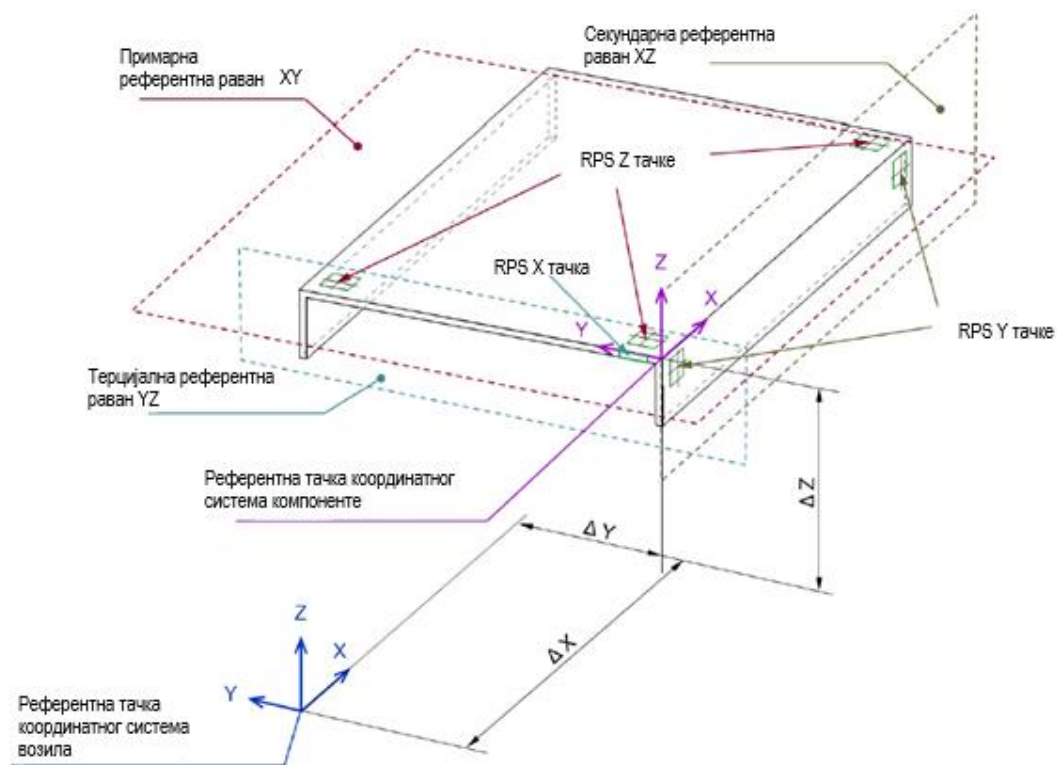
Слика 4.3 - Оригинални референтни систем референтног система

Положај пластичног дела у глобалном систему возила дат је на слици 4.4 и сада, на основу овог положаја пластичног дела (ових координата) конструише се тражени контролник.



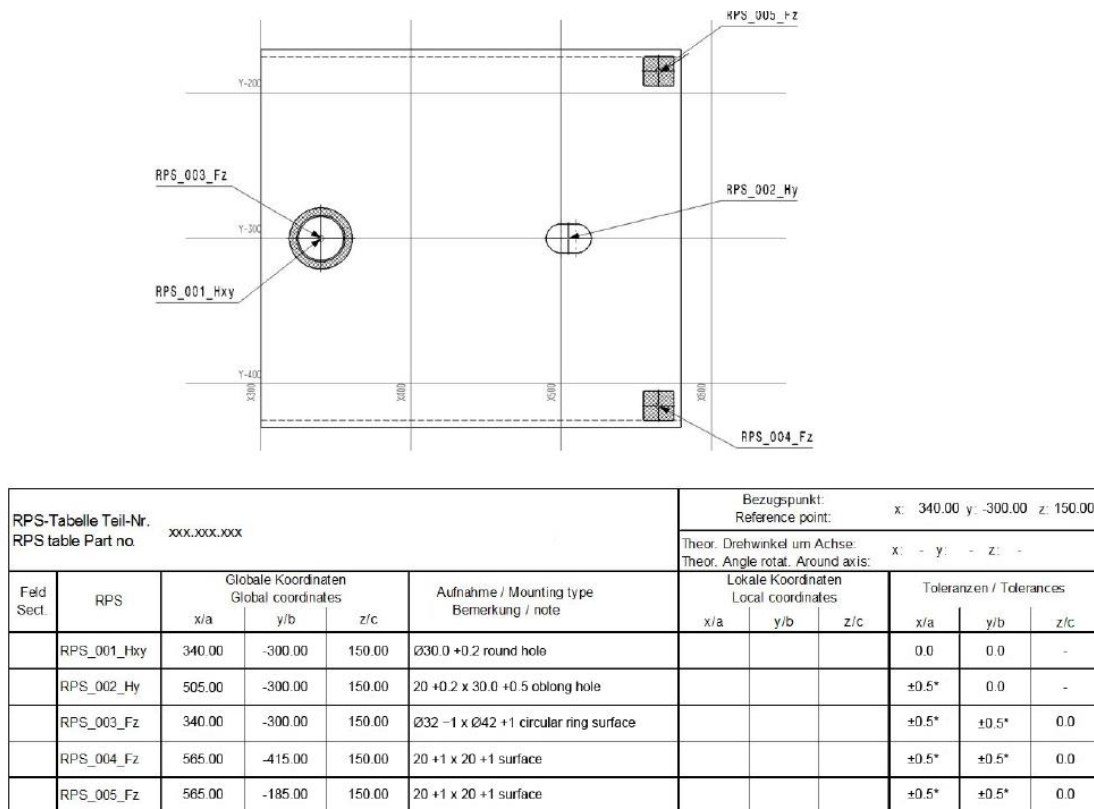
Слика 4.4 - Положај пластичног дела у глобалном систему возила

Координате референтних тачака уносе се у RPS таблицу; која је дата на слици 4.6, док је на слици 4.5 дат приказ правила за оријентисање референтног система. Референтна тачка такође се може дефинисати према одговарајућим захтевима за пројектовање [5].



Слика 4.5 - Дефиниција компонентно оријентисаног референтног система / координатног система

Референтни системи компоненти се обично преводе паралелно са мрежом. Ако је потребно, они се такође могу ротирати око референтне тачке.

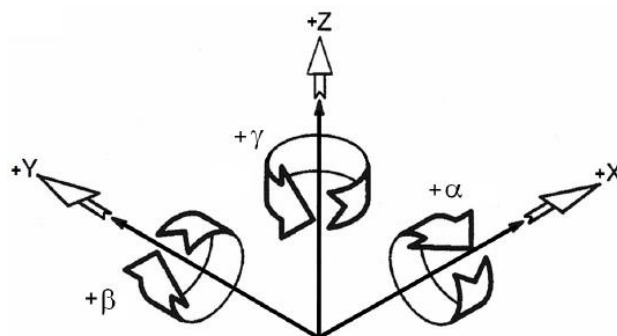


Слика 4.6 – Пример табеле узорка и цртеж за компоненту у координатном систему возила

4.1.4 Правило 3-2-1

Свако круто тело има шест степени слободе у тродимензионалном простору - три степена преноса слободе паралелне осама координатног система и три ротациона степена слободе, приказ дат на слици 4.7.

α , β и γ углови ротације око оси X, Y и Z могу имати позитиван или негативан смер ротације. Математички позитивни углови ротације су назначени као углови казаљке на сату, док негативни углови ротације одређени су као угаони супротно смеру казаљке на сату.



Слика 4.7 – Приказ степени слободе у простору

Правило 3-2-1 за неротационо-симетричне компоненте

Да би могли дефинисати положај крутог тела (који није ротационо симетричан) у тродимензионалном простору, референтни систем који лоцира свих шест степени слободe (3 translације и 3 смера ротације) мора бити дефинисан за тело. У ту сврху, генерално је потребно шест монтажних тачака које су што је могуће једнодушније за круто тело како би се постигла највећа могућа стабилност. Изузимају се ротационо-симетрична тела и системи који се састоје од крутих тела.

При примени правила 3-2-1 формирају се примарне, секундарне и терцијарне референтне равни, као што је приказано у табели 4.1.

Референтне равни	Број референтних елемената и степени слободe
Примарна референтна раван	3 референтне локације/ 3 степена слободe (највећа могућа површина)
Секундарна референтна раван	2 референтне локације/ 2 степена слободe (највећа могућа дужина која спречава ротацију)
Терцијарна референтна раван	1 референтна локација/ 1 степен слободe (Спецификација везана за функцију која се користи за спречавање транслационог померања)

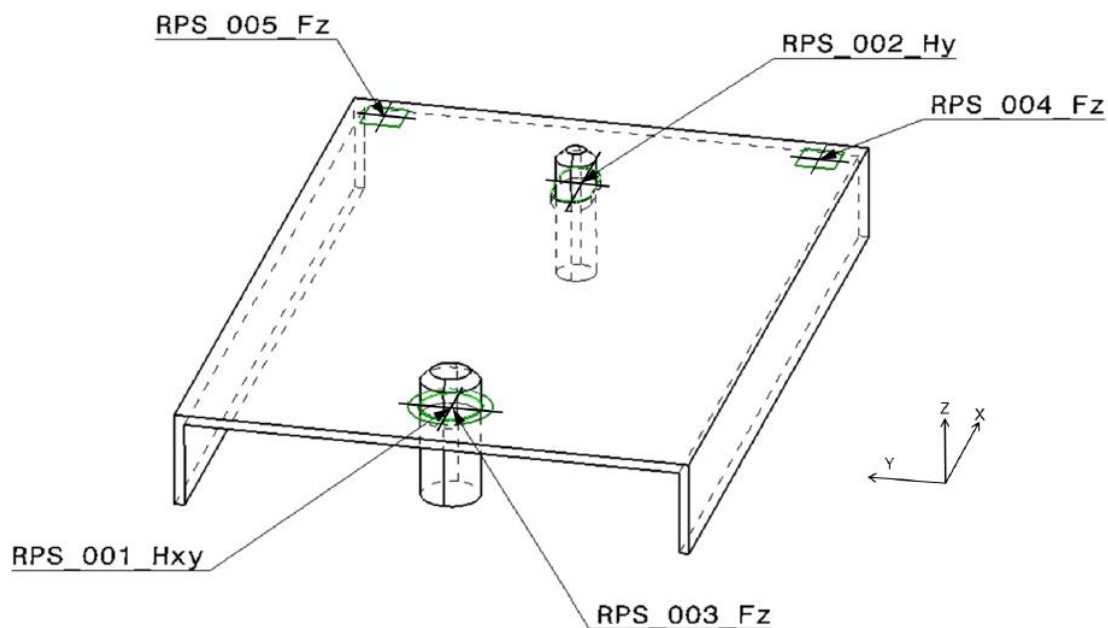
Табела 4.1 - Референтни систем компоненти

Слика 4.8 приказује како се ово правило имплементира.

Три држања у смеру Z ограничавају три степена слободe: превођење у правцу Z и ротација око X-осе и Y-осе.

Пин у округлој рупи спречава кретање паралелно са осама у правцу X и Y, а пин у дуплој рупи спречава ротацију око Z-осе.

Ово правило се на исти начин односи на све остале круте компоненте, чак и ако је дизајн иза ових компоненти далеко сложенији.

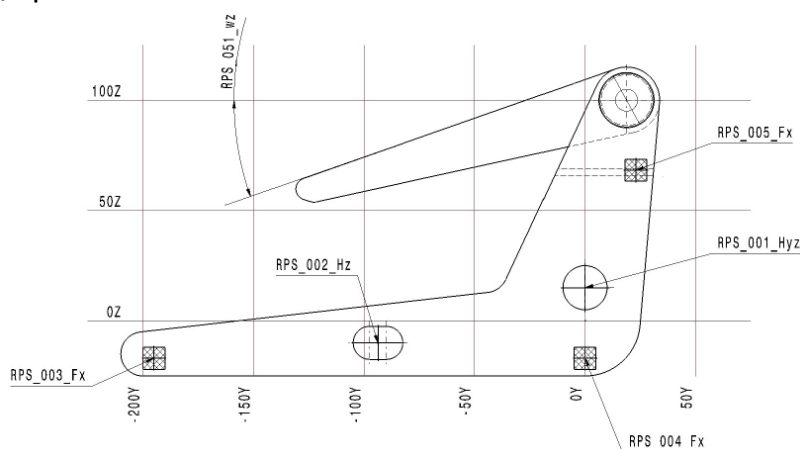


Слика 4.8 - Примена правила 3-2-1

Специјални случајеви правила 3-2-1

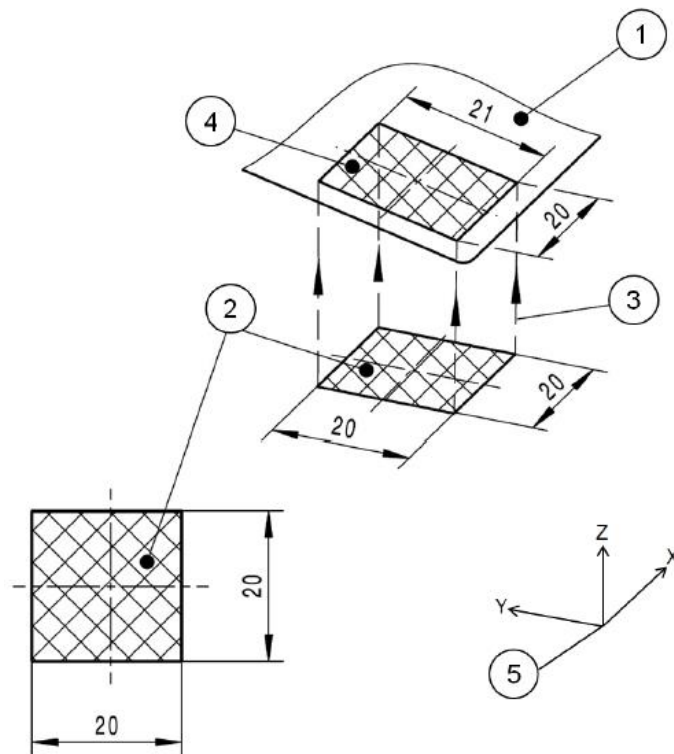
Сфере, ротационо-симетрична тела и системи који се састоје од крутих тела са спојевима су посебни случајеви за правило 3-2-1. Неки од примера дати су на сликама 4.9 и 4.10.

Системи крутих тела (компоненти) који су, на пример, повезани једни са другима зглобовима, имају више од шест степени слободе. За ове системе, једна од ових компоненти мора добити систем пун референтних тачка. Секундарне RPS тачке се морају користити за лоцирање свих других повезаних компоненти у смислу степени слободе које још нису лоцирани. Толеранције за секундарне RPS тачке морају бити дефинисане.



Слика 4.9 - Пример који приказује распоред RPS тачака за шарку

Сврха система референтних тачака је да се осигура да су сви процеси поуздани, и тачно поновљиви, како би се смањио утицај радника и елиминисале додатне толеранције узроковане променом референци у процесу. Како би се подржао процес стварања производа на најбољи могући начин, RPS тачке морају бити дефинисане што раније. Коришћење референтних тачака мора бити осигурано у свим производним, монтажним, контролним, и инсталационим процесима. RPS површине морају бити пројектоване на компоненту аксијално у правцу лоцирања (ефективан правац) како би се добили стандардизовани алат, производна опрема и мерни уређаји.



Слика 4.10 - Пример који приказује аксијално паралелну пројекцију површине RPS на компоненту

Легенда:

- 1 Компонента
- 2 RPS површина
- 3 Пројекција у правцу кретања
- 4 Пројектована површина
- 5 Координатни систем возила

4.1.5 Захтеви приликом дефинирања референтних тачака

RPS тачке, као и број RPS тачака, увек морају бити изабране на такав начин да потребни степен слободе буде прецизно и јасно дефинисани без прекомерног дефинисање тачака, што је претходно објашњено. За компоненте које нису

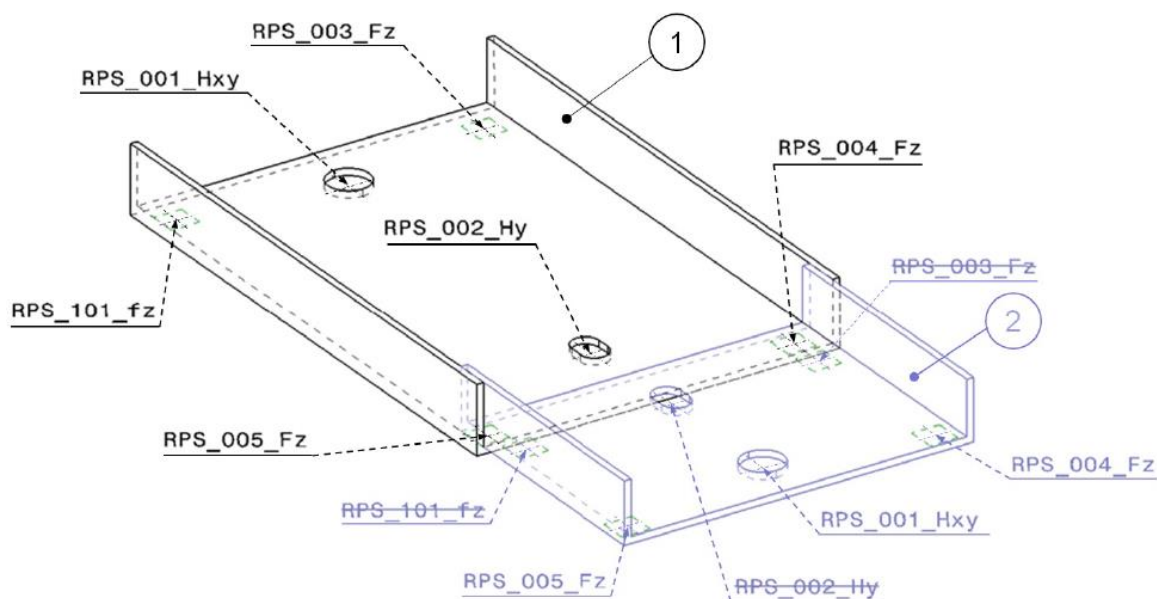
довољно чврсте, потребно је додатно секундарне RPS тачке поставити које морају бити дефинисане. Ове секундарне RPS тачке су потребне за лоцирање нестабилне области прикључивања и мерења. Одступање компоненти на овим секундарним RPS тачкама мора бити измерено када компонента није стегнута.

Битно је напоменути да RPS тачке морају бити дефинисане на основу функције одговарајуће компоненте.

Референтне тачке је пожељно направити с секвенцом алата која ће обезбедити максималну димензионалну стабилност. Компоненте у којима се налазе референтне тачке морају бити стабилне, не смеју се мењати током преосталог развојног и / или производног процеса. Референтне тачке не смеју се постављати у подручјима где је могућа еластичност, у зглобовима или на површинама које имају мане као што су талас, боре, храпавост. Референтне тачке морају бити постављене на највећој могућој удаљености једне од других.

Приликом пројектовања производне опреме за спајање компоненти, мора се претпоставити да не мора бити лоцирано свих шест степени слободе у свакој компоненти. Одређени степен слободе већ су утврђени заједничким заједничким областима.

Позиција блока контактних подручја између две компоненте значи да се током придруживања не користе RPS тачке: RPS_002_Hy, RPS_003_Fz, и RPS_101_fz (које су приказане на слици 4.11) компоненте 2. Другим речима, они се елиминишу из процеса придруживања. Компонента која дефинише геометрију (компонента 1) мора бити основа и бити лоцирана у свих шест степени слободе.



Слика 4.11 - Пример показивања степена слободе је фиксиран за придруживање

Легенда:

1 Компонента 1

2 Компонента 2

4.1.6 Поступак за компоненте са референтном машинском обрадом (RB)

RB тачке се користе да би се постигло недвосмислено почетно усклађивање компонената за производњу и за проверу RPS тачака према правилу 3-2-1.

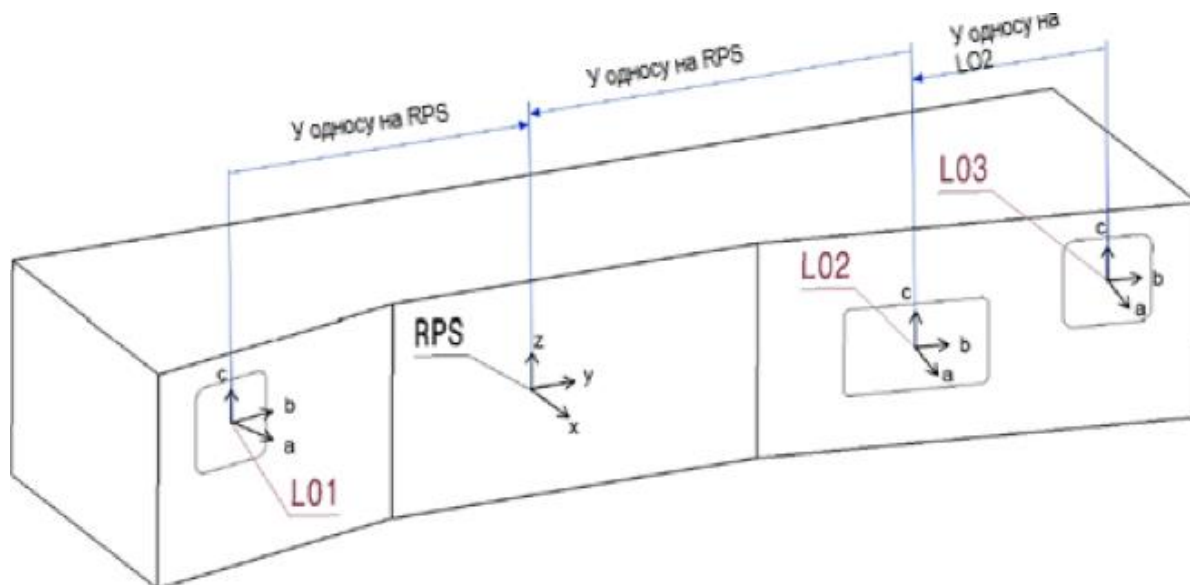
RB тачке морају бити постављене у процесно поуздане области на компоненти, као и у областима везаним за функцију, како би се добиле најмање могуће толеранције компоненти приликом монтирања компоненте са RPS тачком.

4.1.7 Локални системи позиционирања (LPS) за функционалне области

Ако се локални систем позиционирања користи за комплексну компоненту возила, овај систем ће бити посебан случај референтних система компоненти. Локални системи позиционирања за функционалне области могу да се користе за репродукцију димензионих утицаја околине и његових суседних компоненти. Користе се како би свеобухватно описале функционалне области, за производне и мерне процесе (димензионисање и толеранције).

Као и системи референтних тачака, локални системи позиционирања су дефинисани на основу правила 3-2-1. Користе се за димензионо поравнање функционалног подручја и не смеју се физички спајати. Ово значи да су искључиво димензионални систем поравнања. Ако се користи више локалних система за позиционирање, један од ових система мора бити димензионисан у односу на систем референтних тачака компоненте – пример је дат на слици 4.12

Локални референтни систем за функционалну област је идентичан за све компоненте, склопове, и одговарајуће суседне области које се налазе у њему, тј. сви ови елементи имају тачно одређену полазну основу.



Слика 4.12 - Схематски цртеж који приказује функционалне површине

Легенда:

- 1 Функционална област левог отвора (схематски)
- 2 Функционална област ваздушног јастука (схематски)
- 3 Функционална област десног отвора (схематски)

4.1.8 RPS, RB, и LPS тачке

Морају се користити следећи елементи геометрије RPS / RB:

- Рупе / пинови;
- Површине;
- Теоријска тачка.

За LPS се морају користити следећи елементи:

- Централна тачка отвора / пина;
- Површинска тачка;
- Теоријска тачка.

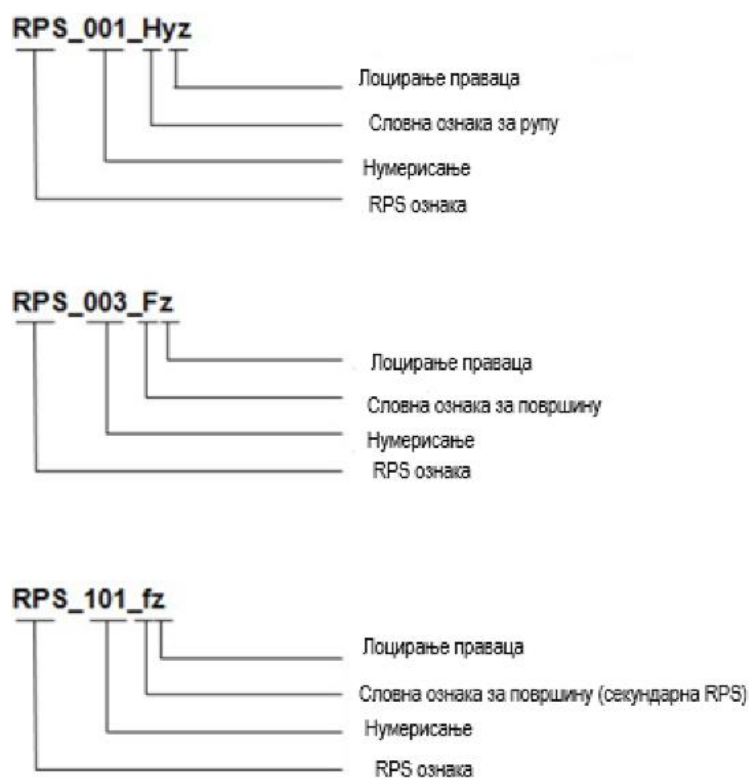
У оквиру система референтних тачака, сврха сваке RPS тачке и RB тачке је да одреди одговарајуће степен слободе компоненте. Ознаке за RPS и RB тачке су на основу њихове функције.

RPS тачке и секундарне RPS тачке, као и њихове смернице за лоцирање, означене су према табели 4.2. На сликама 4.13 и 4.14 приказани су примери ознака. Овај систем означавања се користи за јединствено идентификовање RPS и RB тачака на компоненти [7].

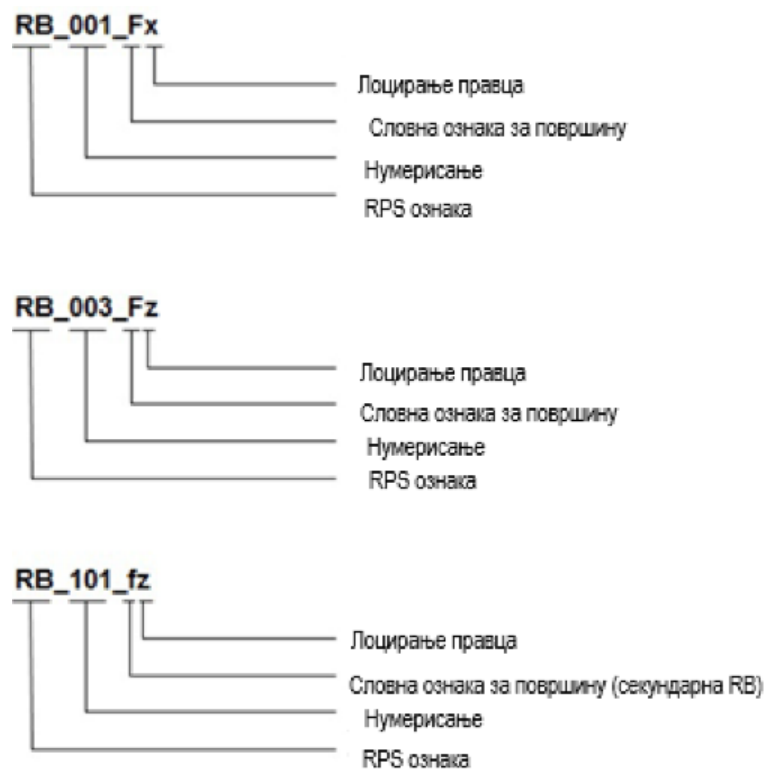
Површине које нису постављене паралелно са мрежом су одређене помоћу одговарајућих координата за главни правац оптерећења (ефективан правац).

RPS points	Uppercase letters	Meaning of letter code
001 to 006	H	Hole/pin
001 to 006	F	Surface
001 to 006	T	Theoretical point, defined by two secondary RPS points
Secondary RPS points	Lowercase letters	
Starting from 101	h	Hole/pin
Starting from 101	f	Surface
021 to 050	f/h	Hole/pin/surface for secondary RPS points used to define a theoretical point (symmetry)
051 to 099	h/f/w	Hole/pin/surface/angle for systems of rigid bodies (joint or moving sled)
Locating directions	Lowercase letters	
	x, y, z	For component-oriented reference systems parallel to the coordinate system grid
	a, b, c	For component-oriented reference systems that have been rotated

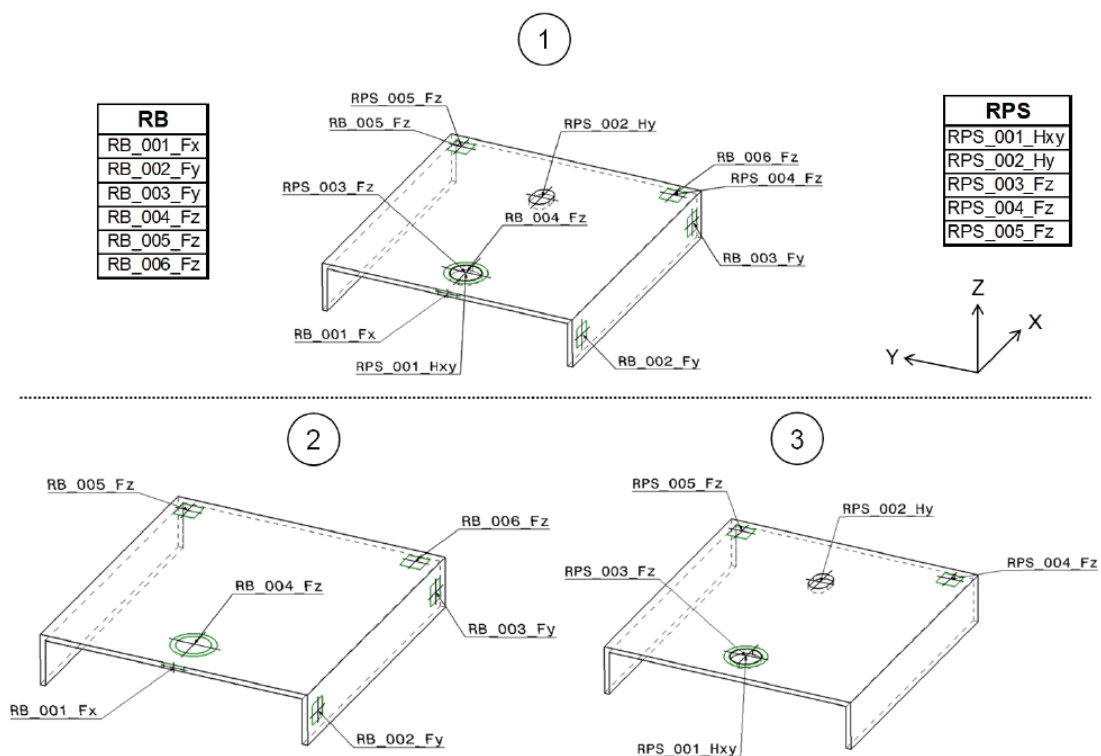
Табела 4.2 - Ознака RPS, RB



Слика 4.13 - Примери ознака RPS тачака



Слика 4.14 - Примери ознака RB тачака



Слика 4.15 - Пример који показује однос између ознака RPS и RB

Легенда:

- 1 RB/RPS распоред
- 2 RB распоред
- 3 RPS распоред

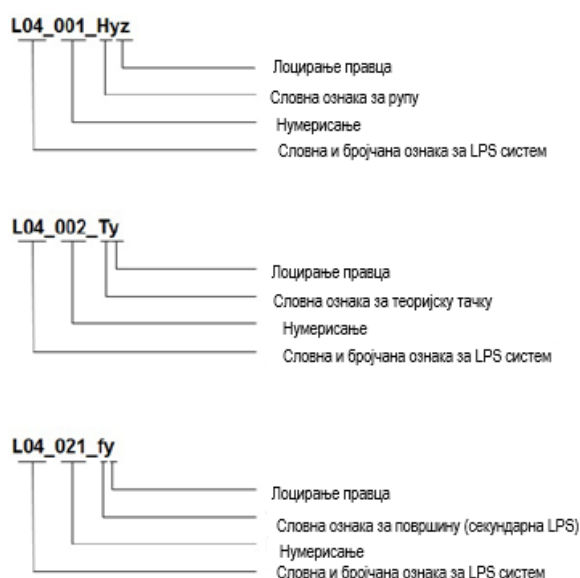
Начин означавања LPS система базиран је на систему за ознаке RPS и RB. Почетно слово "L" је карактеристично за ознаке LPS-а.

Ознаке X, Ф, Т, ф и х означавају LPS, баш као у систему референтних тачака, било се тачке налазе на рупи, површинском елементу или формираној симетрији. Само центриране тачке и површинске тачке означене су "иксом" (x).

На слици 4.16 приказан је пример ознака за LPS тачке. [6]

LPS points	Uppercase letters	Meaning of letter code
001 to 006	H	Hole/pin center point
001 to 006	F	Surface point
001 to 006	T	Theoretical point, defined using two secondary LPS points
Secondary LPS points	Lowercase letters	
021 to 050	f/h	Secondary reference points forming a "T" (symmetry)
Locating directions	Lowercase letters	
	x, y, z	For component-oriented reference systems parallel to the coordinate system grid
	a, b, c	For component-oriented reference systems that have been rotated

Табела 4.3 - ознаке LPS-а



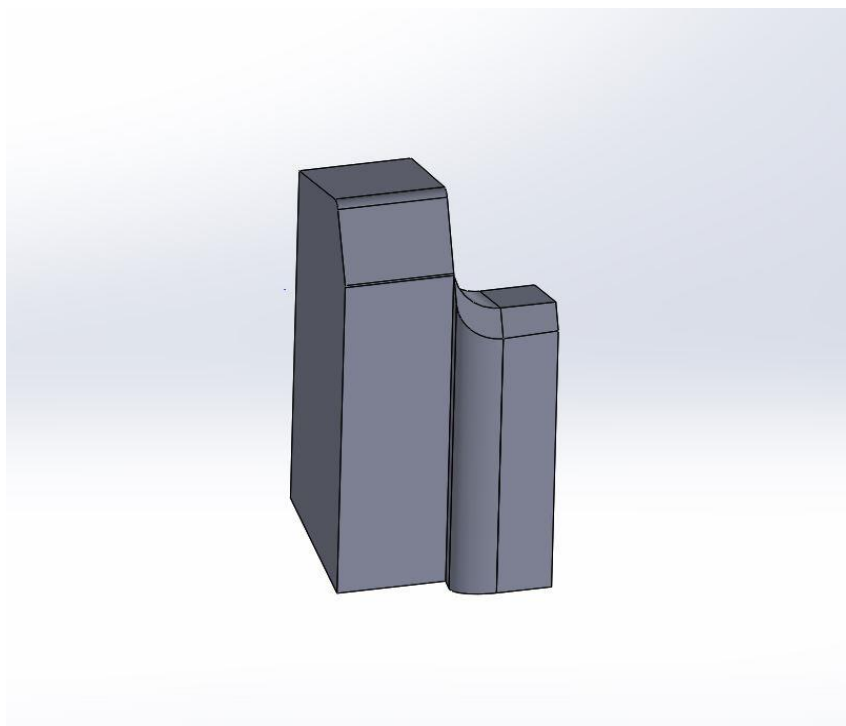
Слика 4.16 - Примери ознака LPS-а

4.2 Конструисање профила и зазора

Да би се испратила контура пластичног дела потребно је профил и зазор конструисати у односу на прописе тј. стандарде самих клијената. На слици 4.17 су дати потпорни стубови који су потребни да би профил и зазор били конструисани по прописима.

Када су у питању материјали контактних површина, битно је напоменути да постоји већи број могућности, у зависности од стандарда. Тако, могуће је да контактне површине буду од алуминијума или инокса. Сама израда контактних површина од инокса је захтевнија, захтева више времена и опипљива је. Материјал од кога се проверавају зазор и профил је такође прописан стандардима. У том случају постоје две могућности некуроном или алуминијумом. Када се провера врши путем некурона, битно је напоменути да се зона која проверава зазор фарба у свију боју, док се зона провере профила фарба у црну.

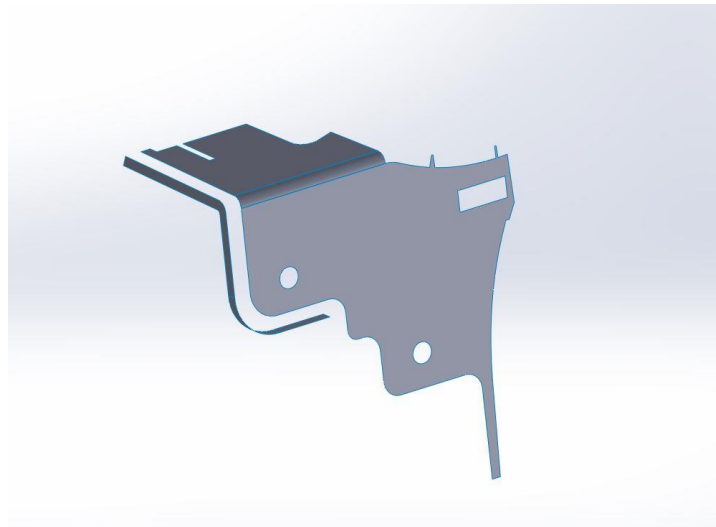
Како је већ речено, потребно је пазити о стандардима, тако, када је FIAT у питању, материјал којим се служимо је некурон.



Слика 4.17 - Приказ потпорних стубова

Уобичајено се врши мерење профила и зазора (слика 4.18) како би се извршио увид у уклапање и поравнање између две површине. Постоје стотине компоненти које улазе у готов производ, нарочито у аутомобилској индустрији. Свака компонента може бити произведена од стране различитих добављача, потенцијално на различитим локацијама, користећи многе широке и разноврсне

процесе који се евентуално морају сврстати заједно како би направили један производ. То значи да је уклапање и контрола квалитета од виталног значаја, јер је мерење профила и зазора веома корисно.



Слика 4.18 - Приказ профила и зазора

У зависности од стандарда који су прописани, зазор сваког пластичног дела може да износи 3, 5 или 10 mm. Најчешће прописана вредност је 5 mm. То би значило да се током мерења свако одступање, било да је 5,1 mm или 4,9 mm сматра грешком. Наравно, потребно је напоменути да се за сваког клијента знају дозвољене толеранције које су дозвољене у плусу, као и у минусу. Уређаји за мерење зазора и профила који нам омогућавају да проверимо да ли је пластични део у толеранцији или не називају се Џонсон блок и мерни листићи.

За мерење зазора се користи Џонсон блок чија се дебљина креће од 1 mm, док мерни листићи имају доста мање вредности.

На пример: Уколико треба да се добије уз помоћ Џонсон блока вредност од 3,4 mm, а тај блок не постоји, уз помоћ два блока може се добити одговарајућа вредност, што је свакако предност мерења овим уређајем. На слици 4.19 је дат изглед Џонсон блока.



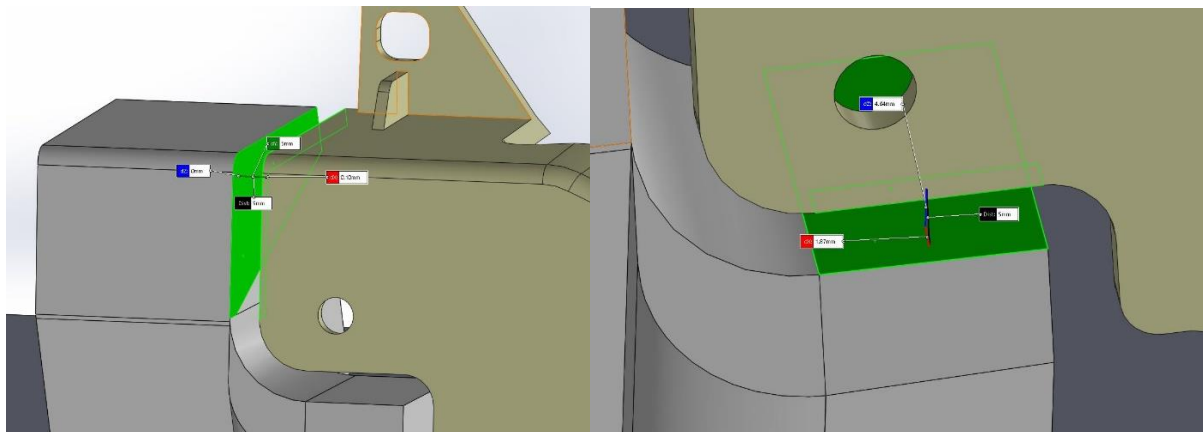
Слика 4.19 - Изглед Џонсон блока

Мерење профила се увек врши мерним листићима (слика 4.20) с обзиром да се на тај начин мере одступања контура профила. Битно је напоменути да је толеранција за мерење профила увек једнака нули. Поред самих уређаја који врше контролу, и људски фактор је битан. Сам оператер на основу свог искуства и на основу добијених резултата мора расудити да ли је део добар или не.



Слика 4.20 - Изглед мерних листића

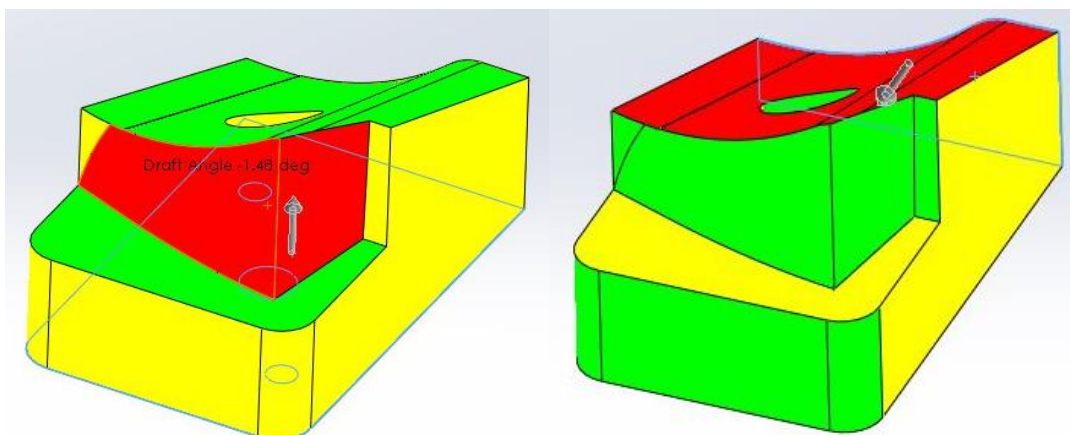
Да би се са сигурношћу тврдило да су профил и зазор на тачним раздаљинама од пластичног дела, урађена је кратка димензионална провера, која је дата на слици 4.21.



Слика 4.21 - Димензионална провера профила и зазора

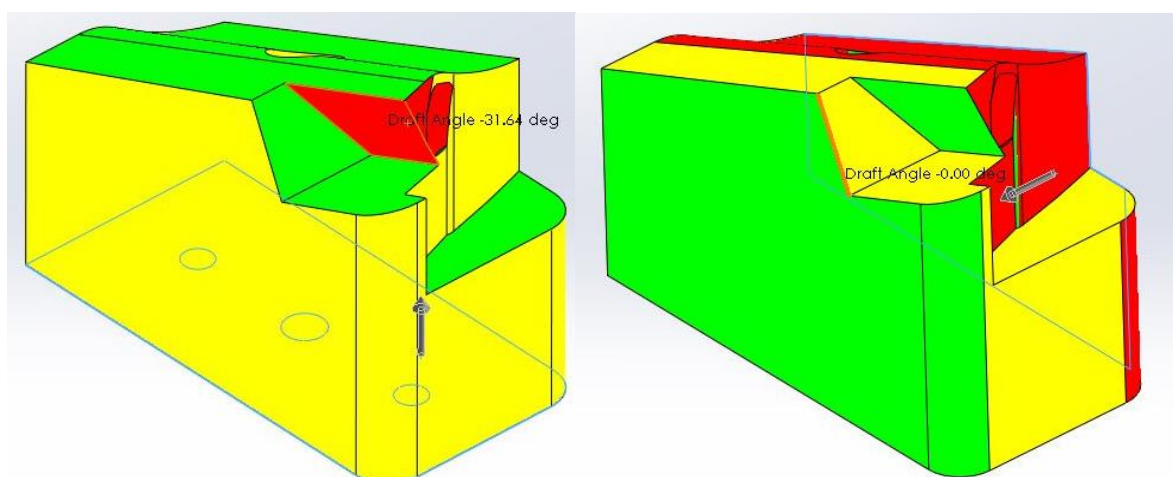
4.3 Команда „draft angle“

Уз помоћ команде „draft angle“ добијене су конструкције које су закошене за - 1,48°С, а самим тим задовољавају потребе клијента, јер се контролник конструише, и израђује на основу готовог пластичног дела. На слици 4.22 дати су прикази пре и после команде „draft angle“.



Слика 4.22 - Приказ пре и после команде „draft angle“

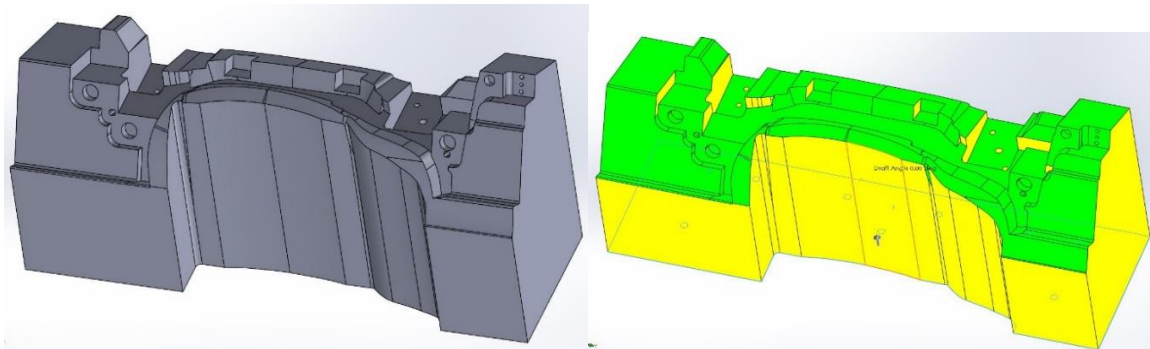
Истим поступком и другу страну треба урадити. Једина разлика је што је на другој страни угао доста већи. На слици испод дат је приказ и друге стране која је добијена истом командом:



Слика 4.23 – Наредни приказ пре и после команде „draft angle“

Након склапања ове две стране добија се мање-више комплетан калуп контролника. Ради сигурности, пожељно је проверити „draft angle“ који у овом случају треба да буде једнак 0. На тај начин знаће се да је сваки део у тачној позицији, без икаквих толеранција.

Провера положаја готовог калупа је дата на слици 4.24.



Слика 4.23 – Приказ задовољавајућег резултата након команде „draft angle“

Сада, када је и ово правило задовољено, потребно је наставити са конструисањем контролника. У случају да није резултат задовољио стандарде, било би потребно радити испочетка.

4.4 „Destaco“ клампе

Клампе су израђене да задовоље најзахтевније и најразличитије захтеве како би део био на месту. Пластични део се мора држати у одређеном положају. Када се део затвори обрада може да почне. „Destaco“ клампе морају испунити одређене услове:

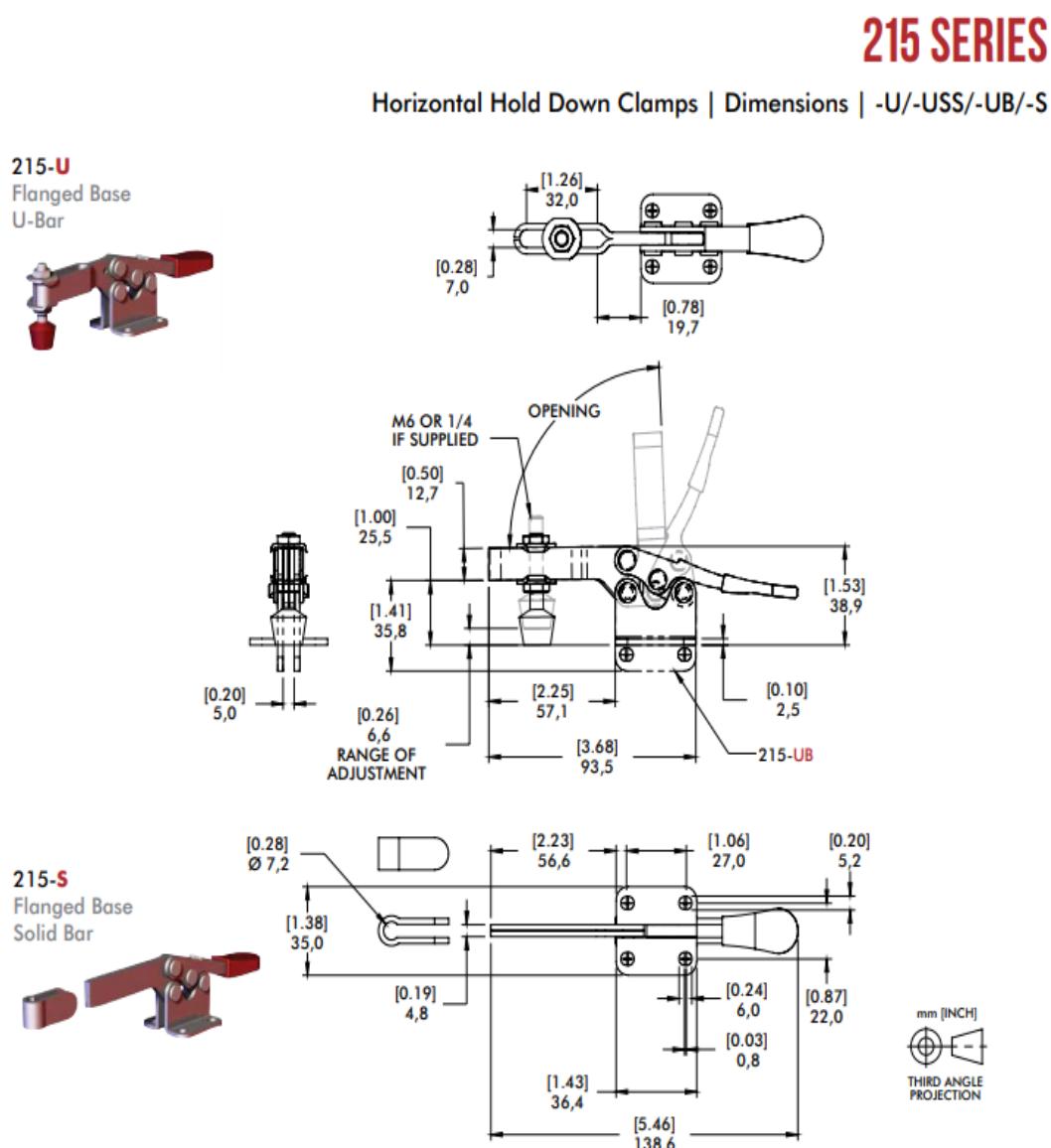
- Брзо стазање;
- Сигурно држање;
- Високе затезне силе у различитим просторним захтевима.

На слици 4.24 дат је приказ неколико могућих конструкција „Destaco“ клампи.



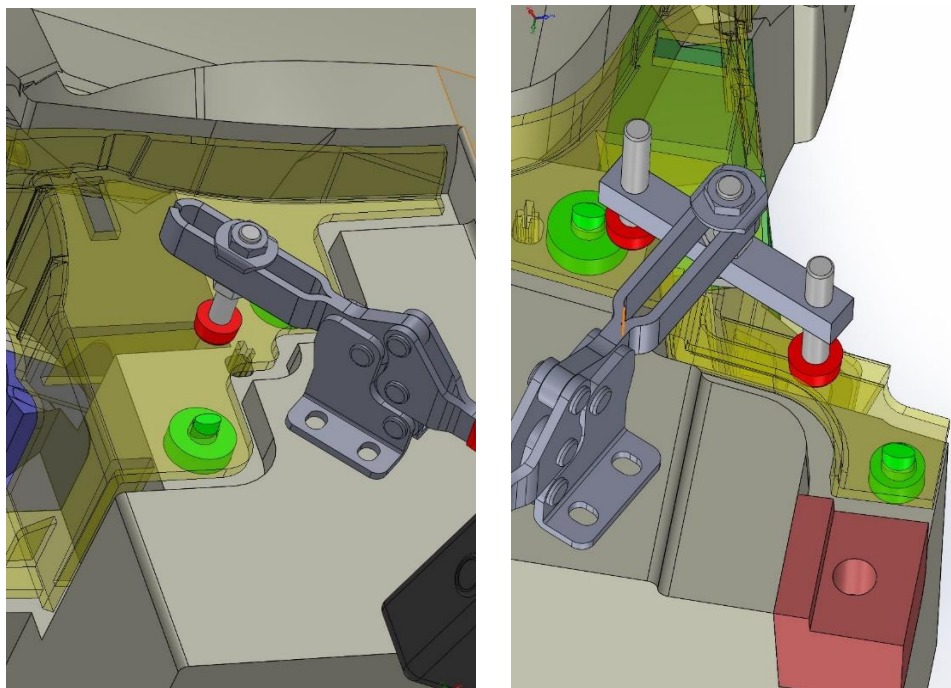
Слика 4.24 – Приказ неколико могућих конструкција „Destaco“ клампи

Каталошки приказ неких Destaco клампи које су коришћене за овај пројекат је дат на слици 4.25.

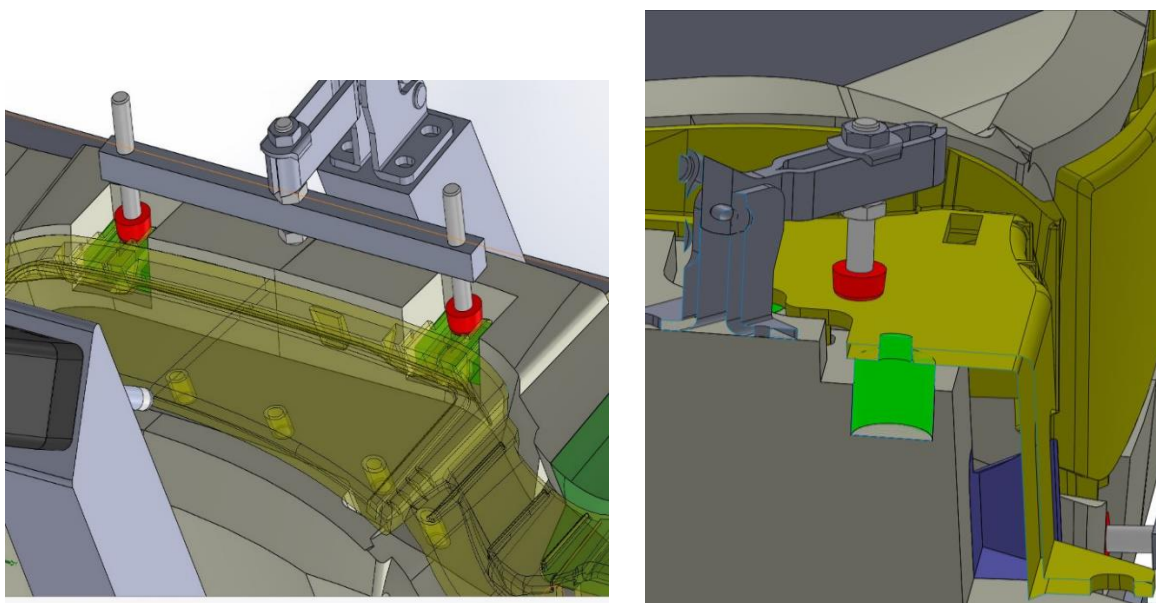


Слика 4.25 – Каталошки приказ „Destaco“ клампи

Највећи задатак клампи или стега је тај да пластичан део држе у правом положају како би мерење одступања пластичног дела било релеванто. На сликама 4.26 и 4.27 дати су прикази неких од „Destaco“ клампи. Две клампе иду на предњи део контролника, а две са задње стране стоје. На тај начин добија се адекватну равнотежу, и вероватноћа да ће се пластични део померити је мања.



Слика 4.26 – Приказ држања пластичног дела уз помоћ клампи



Слика 4.27 – Приказ држања пластичног дела уз помоћ клампи

4.5 Конструисање инсерта

Пре самог моделирања потребно је обратити пажњу на постојеће негативне углове, да касније не би долазило до грешака. Наиме, када део има негативне углове алат их не може обрадити на машини. У том случају мора се вршити корекција уколико је то могуће.

Опције које долазе у обзир су:

1. Направити посебна постоља на којима може део са негативним углом да се обради;
2. Ако могућности дозвољавају део се дели на више мањих делова, на тај начин се обрађује и на крају се прави склоп од свих делова.

Код моделирања контролника према прилазу потребно је обратити пажњу и унапред размислити о сврси истог, тачније о начину на који може стопостотно измерити одступања готовог пластичног дела. Уколико постоје неке зоне којима не може да се приђе путем мерења, у том случају, није поуздано овакво моделирање. Самим тим, избор конструктора је такође битан. Најчешћи услов при моделирању контролника за ауто-индустрију је тај да се контролник постави онако какав је и положај тог пластичног дела који се контролише у аутомобилу.

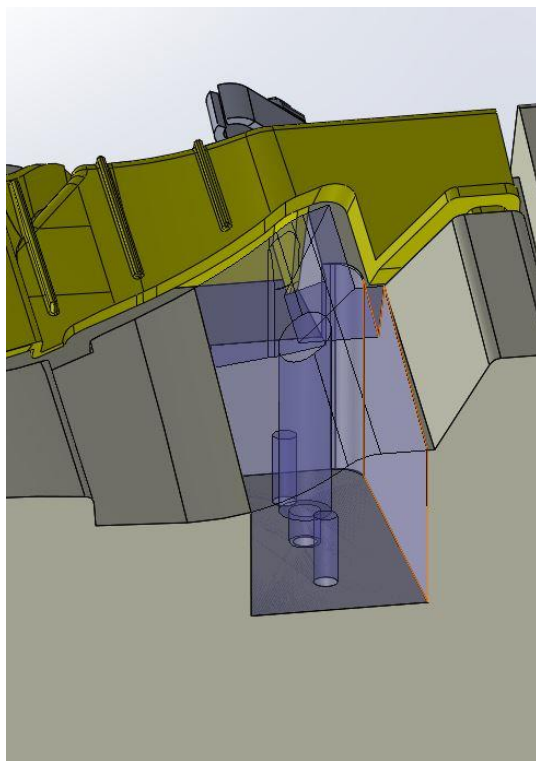
У самој документацији која обележено је да ли се тражи контролник са неким изменљивим делом или не. То би значило да тај један део може да се мења, а самим тим је могуће уз други инсерт контролисати два пластична дела на једном контролнику.

До самог моделирања, а касније и до израде инсерата долази само онда када је то потребно. То у пракси значи:

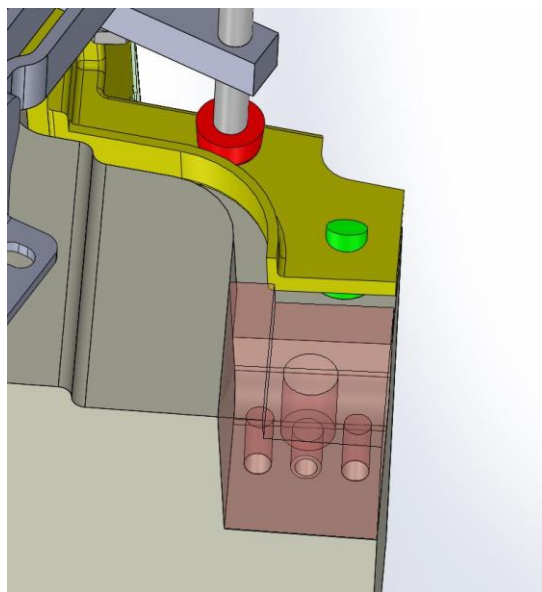
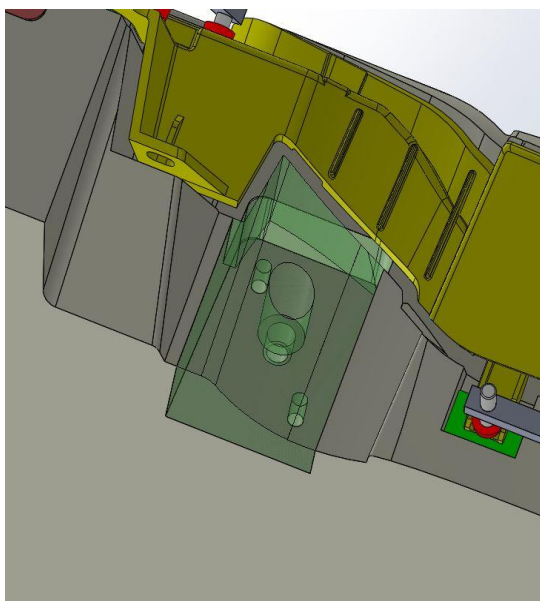
Када постоји негативни угао коме је скоро немогуће или генерално тешко прићи. Због тога, једини начин да се олакша сам проце израде контролника је тај да се изради инсерт који је померљив, самим тим може или да стоји на контролнику, или да се у току времена помери.

Пре самог конструисања овог контролника, изведен је закључак да је потребно конструисати три уметка који ће се накнадно поставити на контролник. Притом, битно је нагласити да су они померљиви.

На слици 4.28 и 4.29 дати су прикази инсерата на контролнику:



Слика 4.28 – Приказ померљивог инсерта на контролнику



Слика 4.28 – Приказ померљивих инсерата на контролнику

4.6 Плоча

Стандардне димензије плоче могу бити:

1. 250x300x20;
2. 800x500x30;
3. 1900x980x50.

У пракси не морају се нужно увек користити стандардне димензије плоче. Све зависи од саме конструкције контролника. Битно је напоменути да је већа дебљина плоче погодна због самог мерења на 3D скенеру.

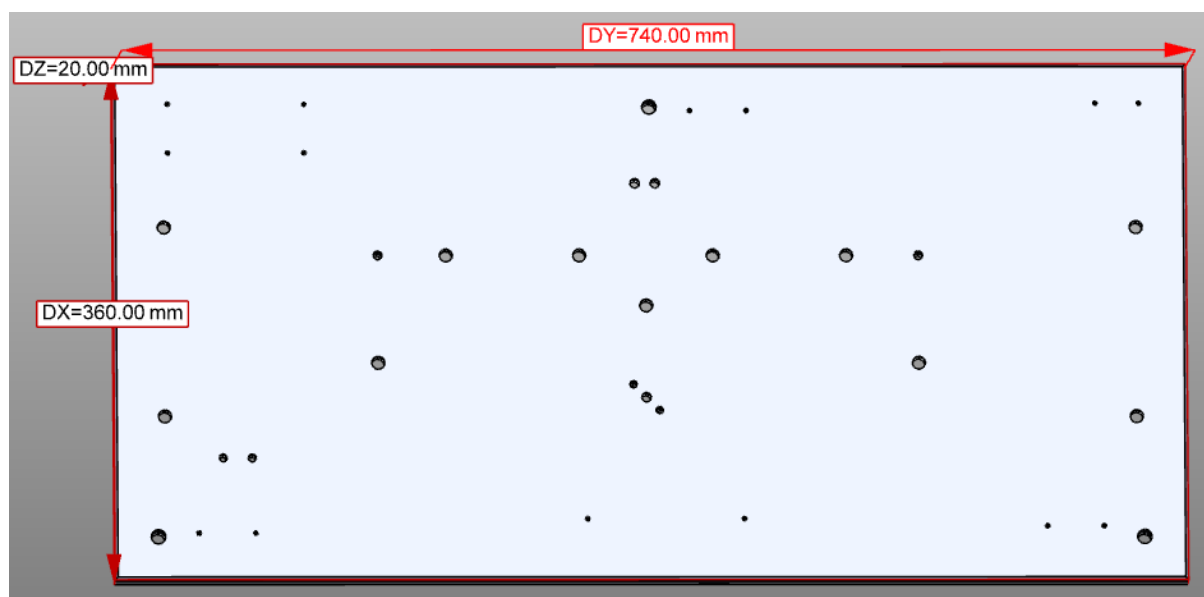
Код самих плоча постоје две могућности:

1. Узети необрађену плочу, у смислу да није брушена;
2. Узети већ брушену плочу.

Са економског фактора, који је важан такође, јефтиније је узети већ брушену плочу, него необрађену. За израду контролника је свакако потреба већ брушена плоча, а у случају када би се узела необрађена требало би уложити новац за CNC машину, као и за раднике.

У овом случају узета је плоча димензија 360x740x20 mm због саме конструкције контролника.

На слици 4.29 дат је приказ плоче за овај пројекат.



Слика 4.29 – Приказ плоче

4.7 Стандардни елементи сваког контролника

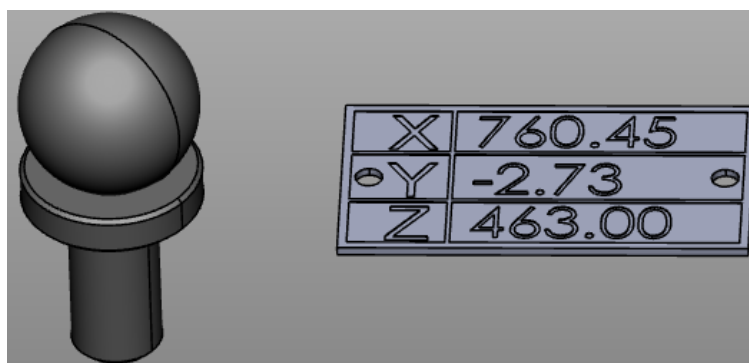
Под стандардним елементима подразумевају се компоненте које су најчешће полуфабрикати. Дакле, то су компоненте које сваки контролник треба да има, али се не моделирају, нити касније израђују.

Стандардни елементи који се могу наћи на контролнику за пројекат „Stessa“ су:

1. Сфере;
2. Плочице;
3. Куке за држање.

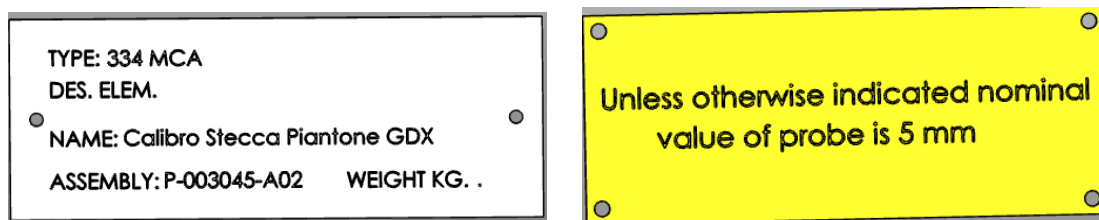
Сфере су полазни елементи при скенирању готовог контролника. Уколико се скенирање врши бесконтактно, битна ствар је та да је свака сфера ограничена својим таргетама. Тако се на лакши начин може скенирати помоћу 3D скенера јер су координате самих сфера познате. Број сфера постављених на контролник зависи од самог клијента. У пракси је тај број најчешће 3, мада, има и случајева када се захтева да буду постављене 4 сфере. Сфере се пројектују тако да заузимају што већу површину, тачније да образују раван јер су на тај начин приликом 3D скенирања резултати прецизнији. Све сфере постављене на контролнику морају бити истог пречника од 20 mm са толеранцијом од $\pm 0,005$.

На слици испод (слика 4.30) је дат приказ једне сфере са својим координатама које омогућавају лакше 3D скенирање.



Слика 4.30 – Приказ сфере са својим координатама

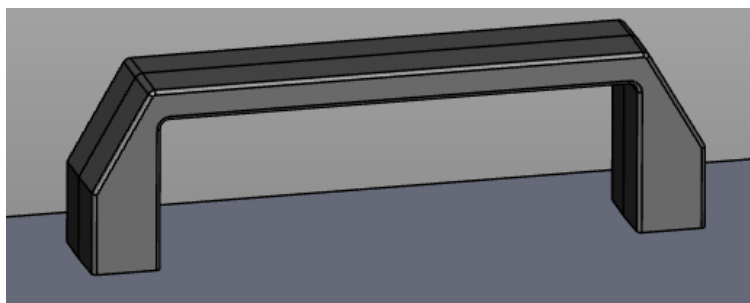
Плочице су постављене на плочу контролника. Оне садрже битне информације као што су: назив пројекта, код пројекта, код склопа, тежину, неке битне информације и слично. Приказ неких од плочица су дате на слици 4.31.



Слика 4.31 – Приказ плочица

Куке за држање су такође постављене на плочу. Њихов задатак је да олакшају преношење самог контролника. Најчешћи број кука за држање је два, мада у зависности од тежине, може бити и више кука, равноправно распоређених.

На слици 4.32 дата је слика једне куке за држање.



Слика 4.31 – Кука за држање

5. Техничка документација контролника

За успешно одвијање процеса пројектовања, конструисања, израде и контроле производа неопходно је усклађено деловање свих учесника у том процесу. То се може постићи само одговарајућом разменом информација. Један од најбољих начина размене информација у техници је графичка комуникација применом техничких цртежа. Технички цртеж представља универзални језик комуникације техничких лица у области машинства. Техничко цртање је техничка дисциплина која омогућава да се тродимензионални објекат прикаже у равни цртежа. Основни циљ машинског техничког цртања је да се кроз цртеж или скуп цртежа у потпуности једнозначно дефинишу облик, функција, димензије, врста обраде, материјал, квалитет и друге карактеристике машинских делова и склопова. У техничком цртању предмети се приказују тако да се једноставно могу одредити све димензије предмета. За разумевање техничког цртања у машинству потребно је да технички цртеж буде јасан, прегледан и прецизан. Техничко цртање се базира на принципима нацртне геометрије, у комбинацији са правилима техничког цртања, која су прописана ради постизања једнообразности. Техничка документација контролника је урађена на следећи начин:

Дата су два склопна цртежа са извученим позицијама као и технички цртеж плоче. Сва документације је приложена на крају овог рада.

Битно је напоменути да за контролник постоји још врста техничке документације која је обавезна. Реч је о димензионом сертификату калибра, координата сфера за израду плочица и радно упутство за коришћење.

5.1 Сертификат калибра, координата сфера за мерење

Како сертификат калибра, координата сфера за израду плочица не може бити приложен, могуће је видети само исечке ових упутстава на следећим сликама.

Након саме конструкције контролника, а потом и израде истог, долази се до скенирања 3D скенером ZEISS COMET L3D

Скенер који је коришћен у ове сврхе дат је на слици 5.1.



Слика 5.1 – Скенер ZEISS COMET L3D

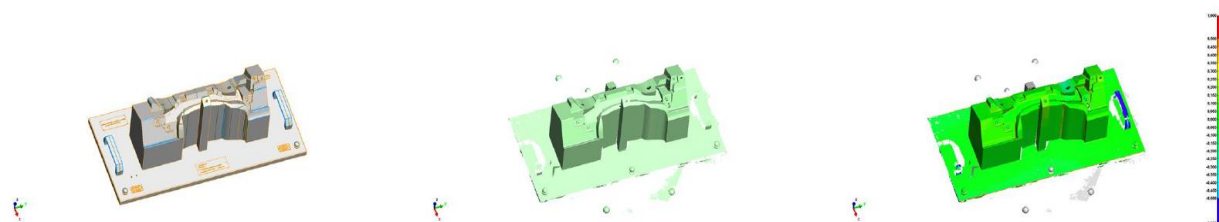
На слици 5.2 дат је исечак сертификата о калибрацији, координатама сфера за мерење, тачније приказ контролника на 3 начина:

1. CAD модел;
2. Измерен део;
3. Поравњан део.

CAD Model

Measured Object

Alignment verify

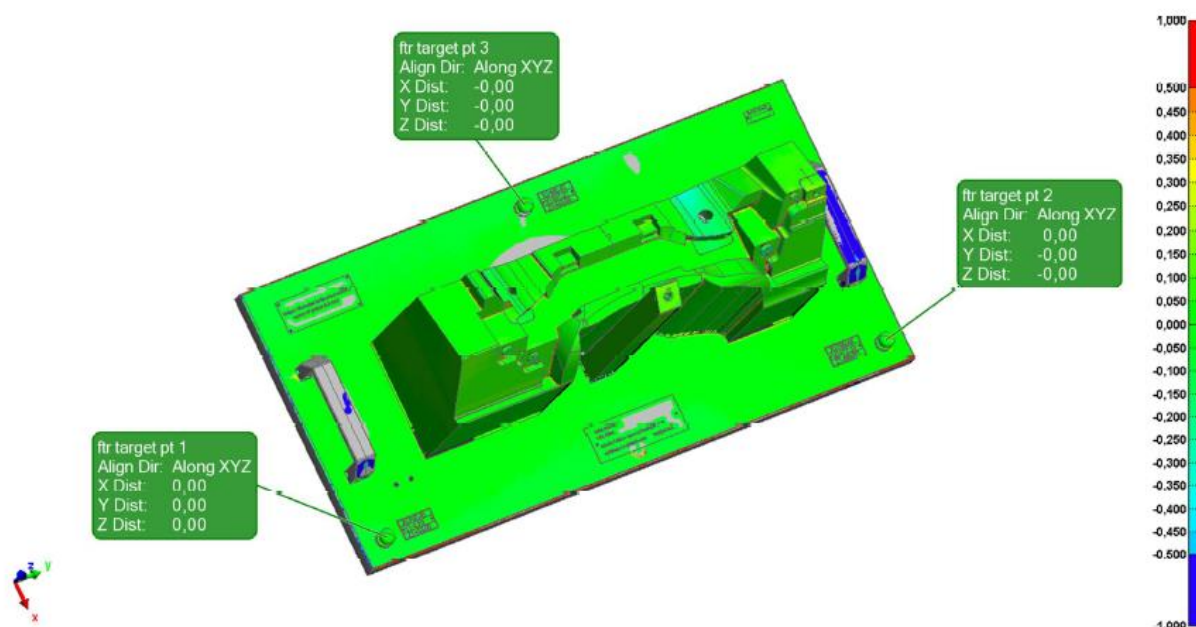


Слика 5.2 – Приказ контролника на 3 начина у сертификату

С обзиром да контролник има 3 сфере, уз помоћ 3D скенера се мери положај тих сфера тачније RPS тачака у односу на сам контролник. За сфере је најбитније да заузимају већу површину плоче тако што праве троугао на истој.

Код мерења RPS тачака, битно је да њихов крајњи резултат по свакој оси буде једнак нули. На тај начин се зна да ће пластичан део који се избризга стајати у тачном положају у возилу.

На слици 5.3 дата је слика која осликава претходно написано.



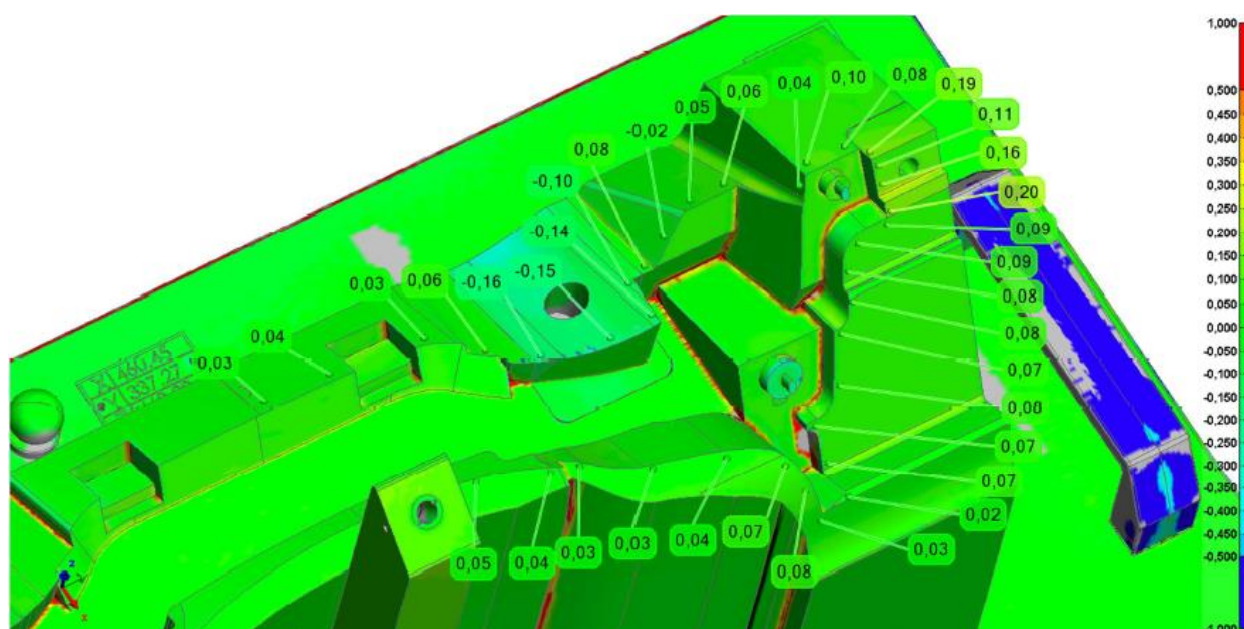
Слика 5.3 – Приказ мерења позиција RPS тачака

Осим мерења RPS тачака, постоји могућност мерења и:

1. Референтних тачака;
2. QН тачака;
3. Зона профила контролника.

Сва ова мерења морају да буду у границама нормале, а уколико нису, што се ретко када може предвидети, тада прво мерења понављају. Уколико и тада резултати исти буду, онда нешто у самој конструкцији није добро, или се при монтажи нешто десило.

На следећој слици је дато мерење профила контролника. (Слика 5.4)



Слика 5.4 – Приказ зоне профила контролника

Сва одступања су у граници нормале и подлежу стандардима клијента, тако да је скенирање 3D скенером успешно завршено.

6. „MSA“ студије

Анализа мерних система (Measurement System Analysis - MSA) је дефинисана као експериментална и математичка метода одређивања количине варијације која постоји унутар процеса мерења. Варијације у процесу мерења могу директно допринети укупној варијабилности процеса. MSA се користи за сертификацију мерног система за коришћење процењујући прецизност и стабилност система.

Систем мерења је описан као систем сродних мера које омогућавају квантификацију одређених карактеристика. Такође може укључити збирку мерача, уређаја, софтвера и особља потребних за валидацију одређене јединице мере или процену карактеристике која се мери.

Извори варијације у процесу мерења могу укључивати следеће:

1. Процес - метода испитивања, спецификација;
2. Особље - оператери, ниво вештина, обука итд.;
3. Алати/Опрема - мерачи, уређаји, опрема за тестирање и њихови повезани системи калибрације;
4. Ставке које треба измерити - измерени узорак дела или материјала, план узорковања итд.;
5. Фактори окружења - температура, влажност и сл..

Неоходно је урадити MSA студије и доставити их приликом финалног одобрења контролника.

Уколико на резултате мерења утиче оператер ради се MSA студија другог типа (Gauge Repeatability & Reproducibility).

6.1 G R&R студија

Да би се извршила G R&R студија мерења, потребно је изабрати контролник где ће се вршити мерења. Затим је потребно пратити следеће кораке [8]:

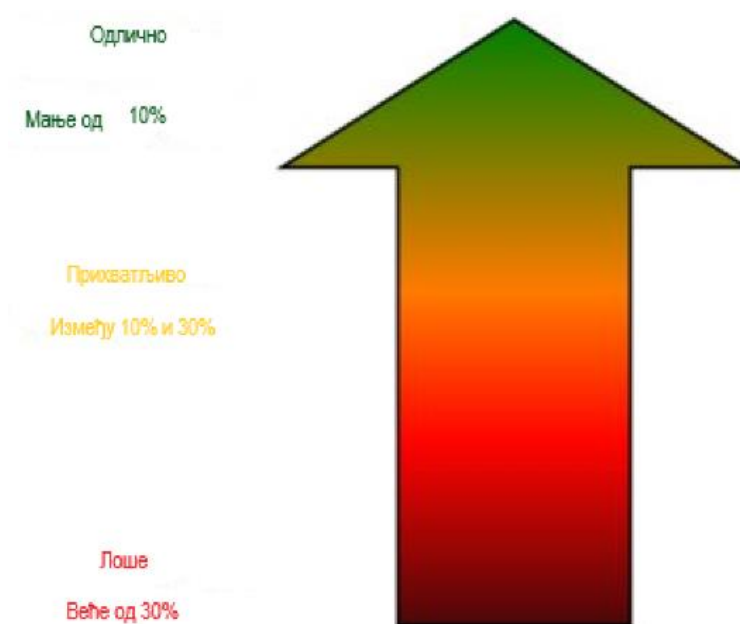
1. Обезбедити најмање 10 узорака делова произведених током редовног производног процеса;
2. Изабрати три оператера који редовно изводе одређени преглед;
3. Да сваки оператер измери узорке и записује податке;
4. Поновити процес мерења три пута са сваким оператером који користи исте делове;
5. Израчунати просечна (средња) читавања и опсег пресека за сваког од оператера;
6. Израчунати разлику просека сваког оператера, и распона мерења за сваки део узорка који се користи у студији;

7. Израчунати поновљивост како би се одредила количина варијације опреме;
8. Израчунати репродуктивност да би се одредила количину варијација која је могућа код оператора.

Смернице за доношење одлуке налазе се у наставку:

- $G R\&R < 10\%$ - Резултат је у реду, задовољава – “OK”
- $10\% < G R\&R < 30\%$ - Морају да се доставе корективне акције – обука оператора за мерење, визуелна провера. У року од 6 месеци је потребно поновити мерења. Уколико се поново добије резултат $10\% < G R\&R < 30\%$, студија више није прихватљива уз корективне акције, него – “NOK”
- $G R\&R > 30\%$ - “NOK”

На слици 6.1 дат је илустративни приказ горе наметих правила мерења код G R&R студије.



Слика 6.1 – Илустративни приказ мерења помоћу G R&R студије

7. Закључак

Конструисање контролника, као и сваког другог машинског система, представља један дуг, свеобухватан и тежак процес који се може лакше савладати са већим искуством из области конструисања. До израђене конструкције дошло се истраживањем, детаљним анализирањем, конципирањем, формирањем и детаљним конструисањем контролника. Највише времена је потрошено на истраживање и детаљно анализирање већ постојећих решења. Детаљно анализирање је омогућило креирање идејног решења конструкције и смањило област истраживања. На основу ових сазнања лакше се приступило конципирању и формирању конструкције, док је детаљно конструисање дошло као потврда добро одрађених претходних ставки. Што се може потврдити чињеницом да у фази детаљног конструисања ништа није промењено на самој конструкцији. Када се погледа конструкција контролника, може се закључити да су сва ограничења и услови у виду габарита, функције и радних својства, датих на почетку рада, испуњени.

Конструкција није у потпуности монтажно/демонтажна, постоје само три инсерта која су демонтажна, али то свакако доводи до чињенице да је транспорт олакшан. Са економског аспекта конструкција испуњава све услове да буде применљива у пракси, јер се њеном применом смањују финансијски губици. Контролник ће служити сврси докле год траје пројекат за пластичан део који он контролише. Одржавање контролника је непотребно. С обзиром да је цео контролник без оштрих ивица, не постоје зоне где је могућа повреда особе која ради за контролником, као и да постоји механизам који онемогућава слободан пад пластичног дела на оператера, сигурносни инциденти су избегнути.

Све ово претходно наведено, враћа на почетак и на чињеницу да је контролник конструисан тако да испуњава све операције и услове дате са почетка рада.

Потражња контролника и сличних машинских система у будућности је неизбежна, што доводи до закључка да ће се овакви машински системи и у будуће усавршавати и тако допринети ефикаснијој производњи.

Циљ рада је испуњен, конструкција задовољава све услове који су раније постављени у раду и, пре свега, конструкција је применљива у пракси. Што је био и примарни циљ. Конструисање оваких и сличних склопова омогућава уштеде у пракси и може да повећа темпо производње уколико су сви остали елементи у производњи способни да испрате пораст производње. Све ово доводи до закључка да постоји тржиште за овакве производе и да је аутомобилска индустрија у експанзији, самим тим је и потражња контролника за сваки пластични део у порасту.

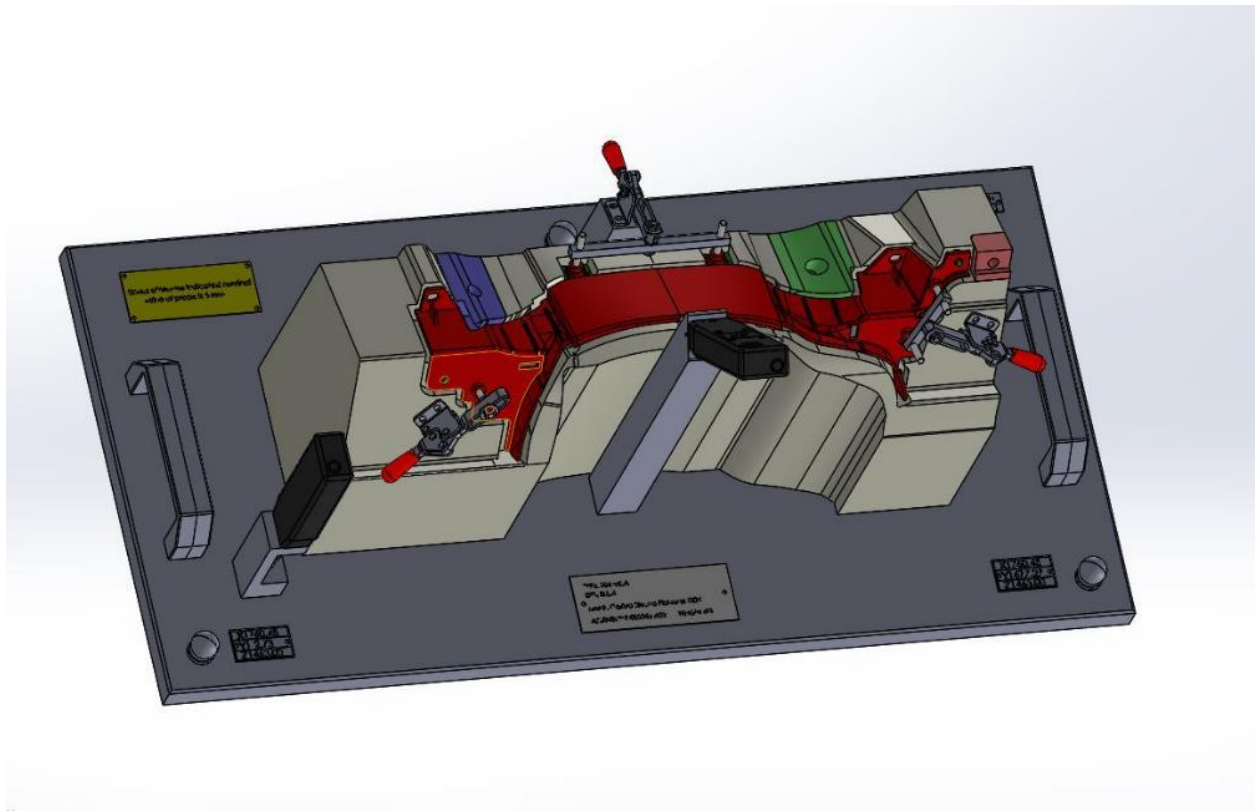
8. Литература

- [1] Јовичић С., Марјановић Н. “Основи конструисања”, Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу, САД Лабораторија, Крагујевац, 2011.
- [2] Лазић М.: Милићевић Р., “Мерење и контрола”, Виша техничка школа машинске и саобраћајне струке, Крагујевац, 2000.
- [3] Лазић М.: “Основи метрологије”, Машински факултет, Крагујевац, 1987.
- [4] “VW_01055_EN”
- [5] “Pliego de condiciones medios de control_inglés_Edición_6”
- [6] “General Spec Tender Checking Fixtures_Plastic Parts_rev2”
- [7] “Gen Build Spec-TF-Gages-V4.2”
- [8] <https://quality-one.com/msa/> - Приступљено, октобар 2018.

9. Прилог

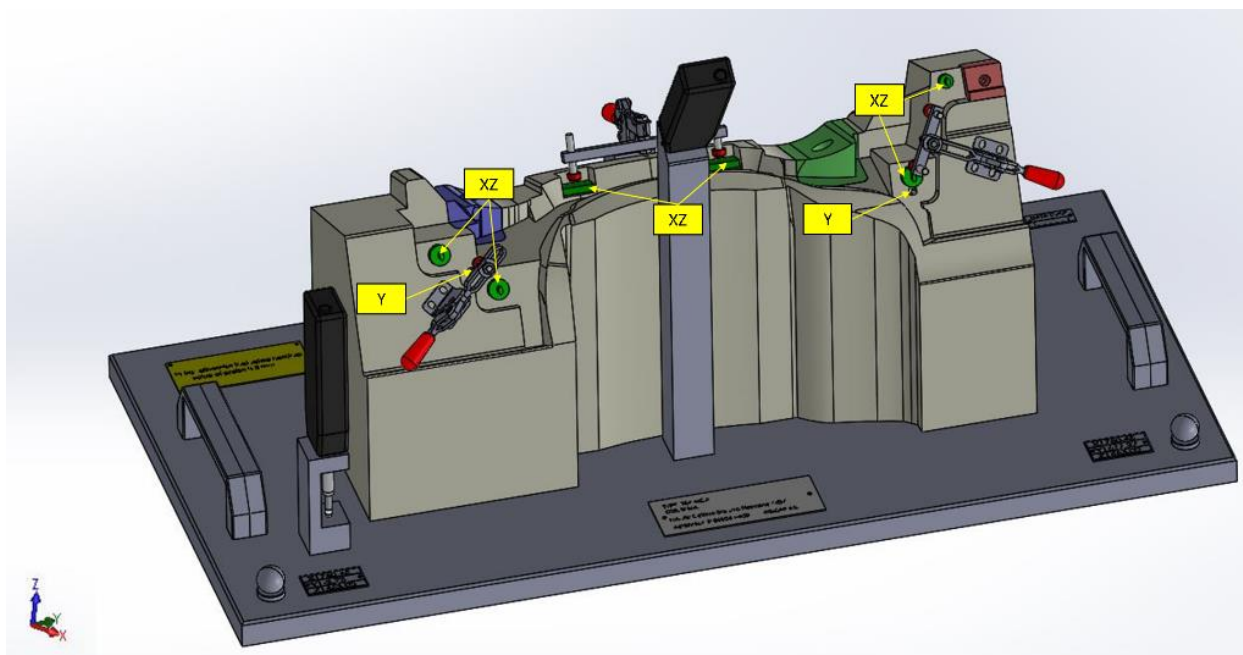
РАДНО УПУТСТВО ЗА КОРИШЋЕЊЕ КОНТРОЛНИКА

1. ИЗГЛЕД КОНТРОЛНИКА

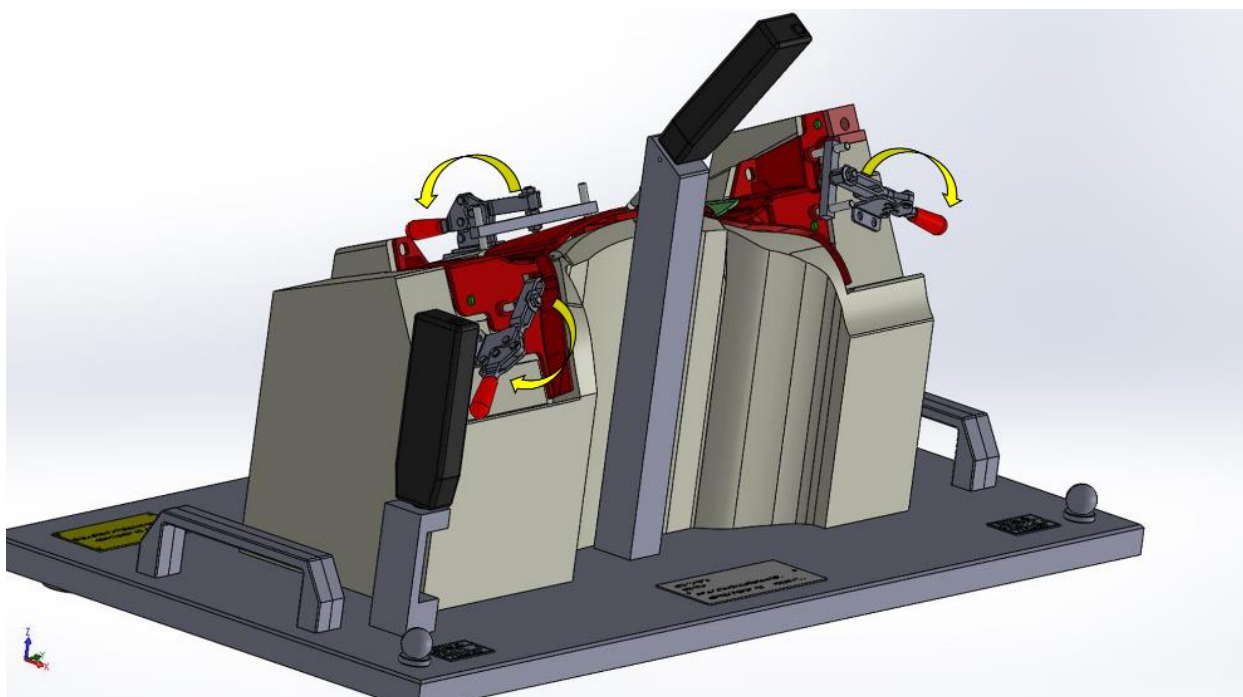


2. ПОСТУПАК ИЗВРШЕЊА

Потребно је ставити контролник на равну, стабилну површину. Затим поставити готов пластични део на контролник и поравњати компоненту на означеним референцама:



Након правилне монтаже компоненте на контролник, потребно је затворити стезаљке (“Destaco” клампе) у означеним правцима.



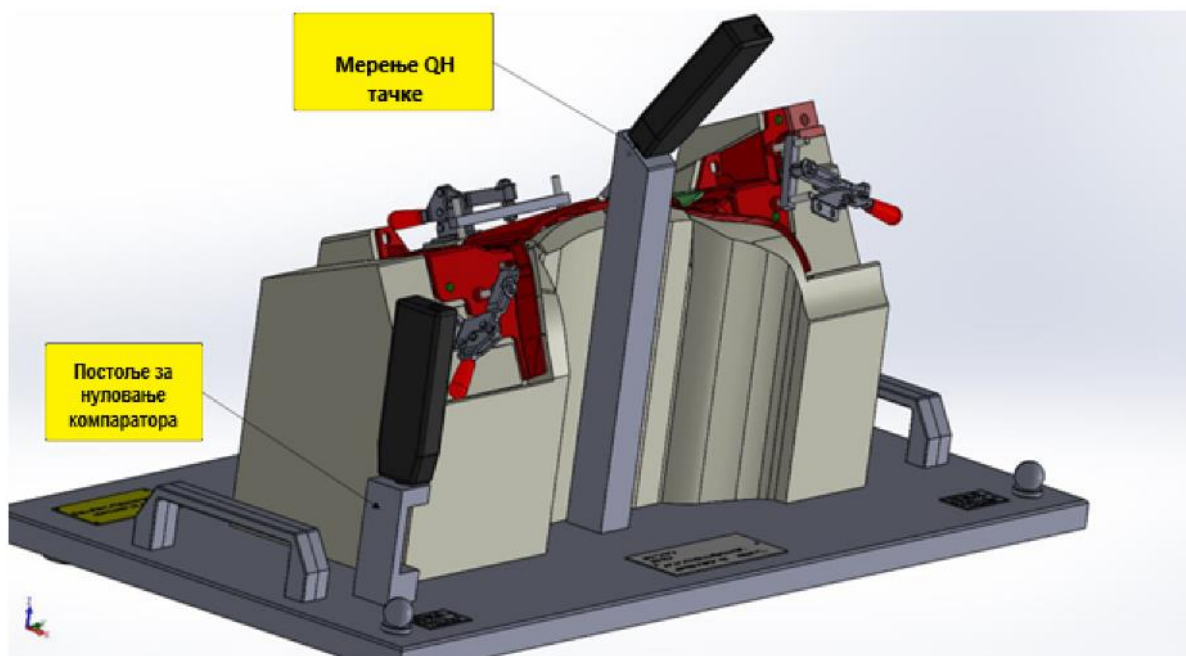
Следећи корак је мерење QH тачака. Мерни сат је неопходно поставити да буде на нултој вредности на постољу за нуловање, и затим извршити мерење QH тачака.

QH тачка представља тачку која има своју (x,y,z) координату уз помоћ којих описује девијације целокупне зоне тела у коме се она налази. QH тачке се проверавају компараторима. Компаратори (мерни сатови), у зависности од услова где се примењују, производе се у две варијанте:

1. Са ходом од 12,5 mm;
2. Са ходом од 25,4 mm.

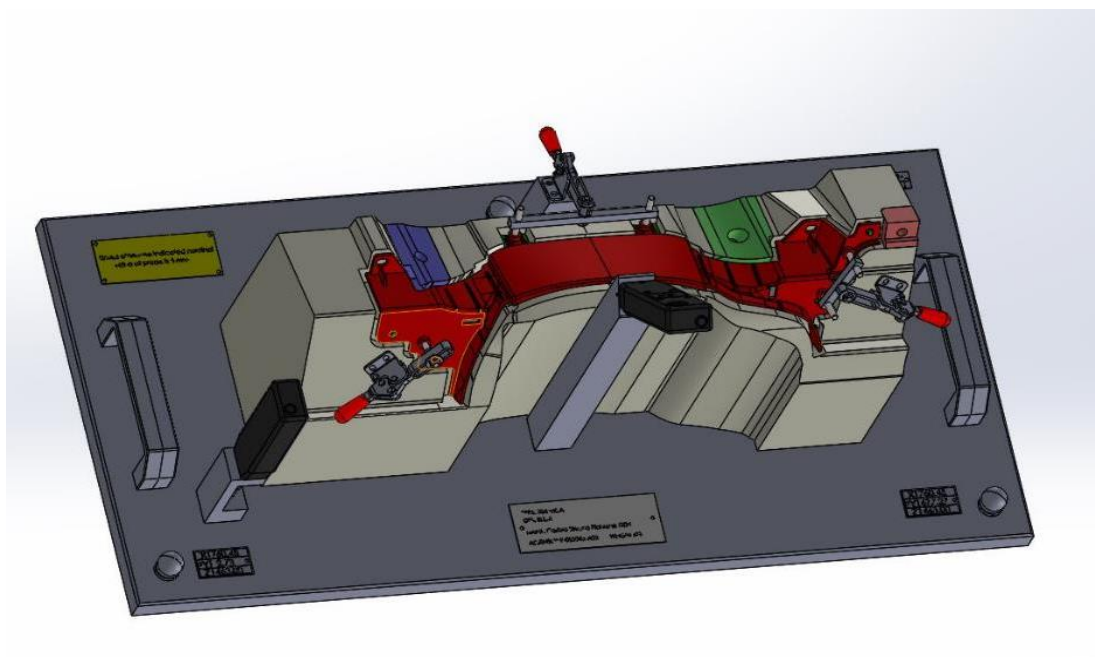
Положај компаратера у односу на QH тачку у 3D окружењу се пројектује на тај начин да дистанца од QH тачке на компаратеру по површини ослањања компаратера буде најчешће 30 mm (или 60 mm, у зависности од стандарда).

Мерење QH тачака се увек врши у току дана на самом почетку пуштања производње, на свака 4h, и на крају производње. На захтев клијената сви подаци мерења убацују се у софтвер за обраду података који аутоматски рачуна процесне способности.

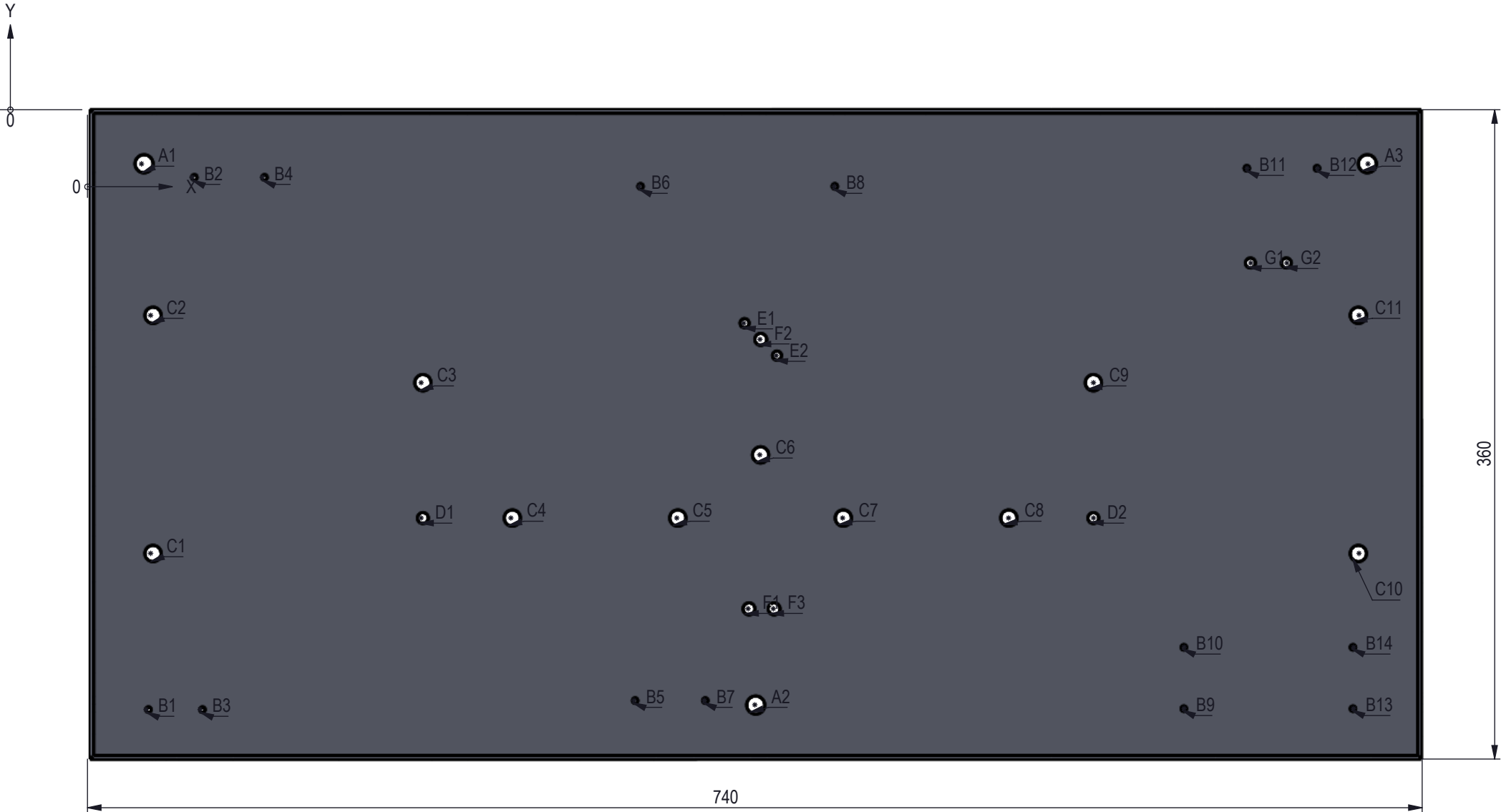


Након мерења QH тачке, следећи корак је провера зазора и профила у означеним зонама (слике испод). Номинални размак је 5 mm и профил 0 mm. Толеранције које се разматрају морају се узети из званичног цртања компоненте.

Изглед правилно стављеног пластичног дела на контролник:



Dozvoljena odstupanja za nominalne dimenzije (mm) Tolerances for nominal dimensions (mm)							
Klasa tolerancije / Tolerance class	od 0.5 do 3	od 3 do 6	od 6 do 30	od 30 do 120	od 120 do 400	od 400 do 1000	od 1000 do 2000
F (fina / fine)	±0.05	±0.05	±0.10	±0.15	±0.20	±0.30	±0.50
S (srednja / medium)	±0.10	±0.10	±0.20	±0.30	±0.50	±0.80	±1.20
G (gruba / coarse)	±0.20	±0.30	±0.50	±0.80	±1.20	±2.00	±3.00

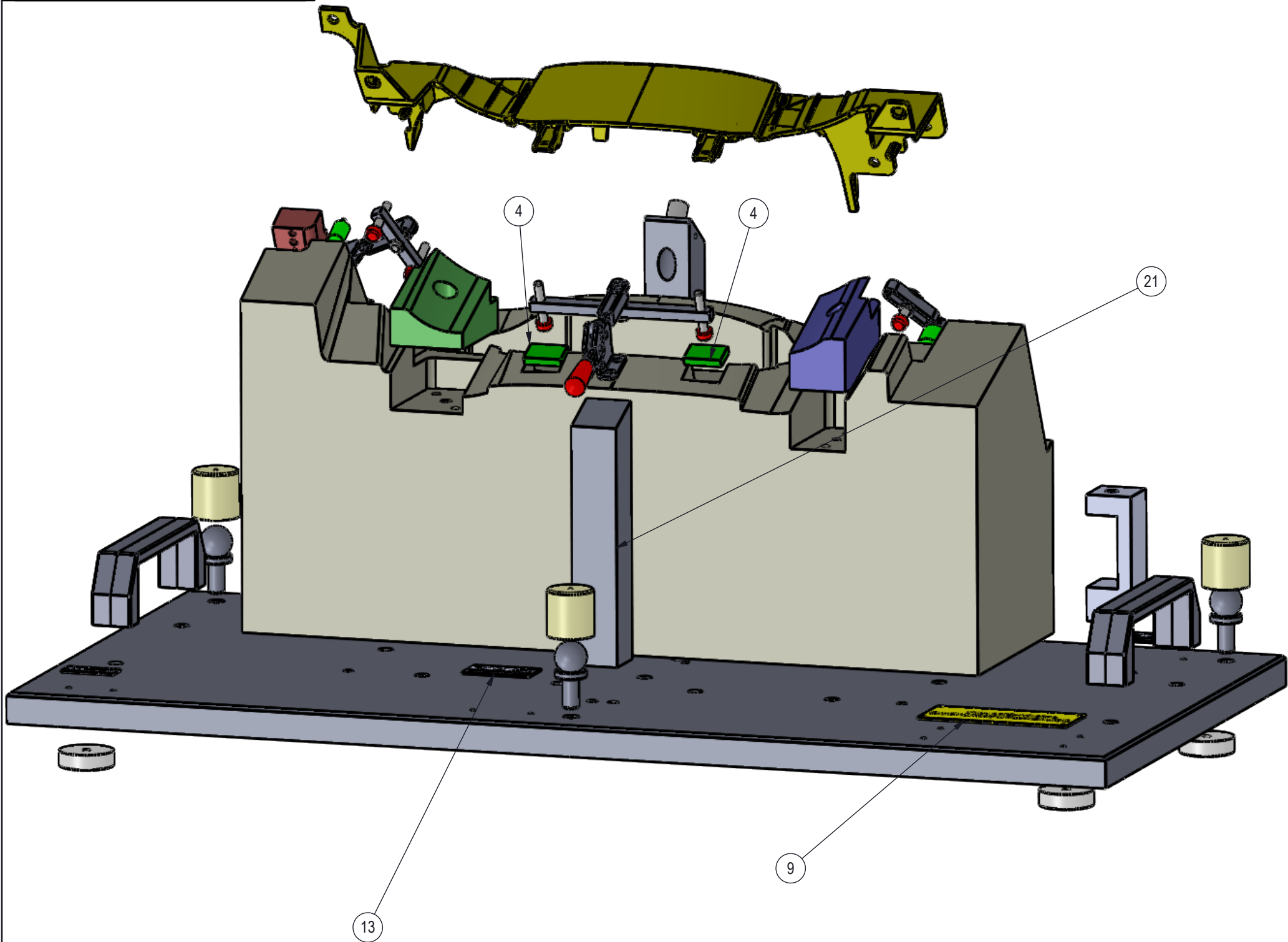


- Napomena:
- Debljina ploce je 20mm
 - Ostre ivice oboriti na 2/45°
 - Otvore na ploci upustiti za 1/45°

TAG	X LOC	Y LOC	SIZE
A1	30	-30	Ø 10 THRU
A2	370	-330	
A3	710	-30	
B1	32.50	-332.50	Ø 3 THRU
B2	58	-37.50	
B3	62.50	-332.50	
B4	97	-37.50	
B5	303	-327.50	
B6	306	-42.50	
B7	342	-327.50	
B8	414	-42.50	
B9	608	-332	
B10	608	-298	
B11	643	-32.50	
B12	682	-32.50	
B13	702	-332	
B14	702	-298	
C1	35	-246	Ø 9
C2	35	-114	
C3	185	-151.36	
C4	234.72	-226.36	
C5	326.72	-226.36	
C6	372.72	-191.36	
C7	418.72	-226.36	
C8	510.72	-226.36	
C9	557.72	-151.36	
C10	705	-246	
C11	705	-114	
D1	185	-226.36	Ø 6 THRU
D2	557.72	-226.36	
E1	363.84	-118.34	Ø 5 THRU
E2	381.84	-136.34	
F1	366.26	-276.68	Ø 6.6
F2	372.84	-127.34	
F3	380.26	-276.68	
G1	645	-85	Ø 5.5
G2	665	-85	

Poručilac/Customer:				Naziv projekta/Project Name:				Broj projekta/Project Number:			
FCA				Calibro_Stecca_Piantone_GDX-334MCA				P-003045-A02			
		Odgovorna osoba/Author:		Datum/Date:		 Naziv/Description: Ploca za P-003045-A02					
Konst./Design By		Natalija Pantelic									
Crtao/Drawn By		Natalija Pantelic		10/6/2018							
Odobrio/App.											
List/Sheet:	1	Format:	Razmera./Sc:	Kl. toler./Tol. Class:	Masa/Weight [kg]:	Oznaka/Number:				Revizija/Revision:	
od / of:	1	A3	1:5	S						1	

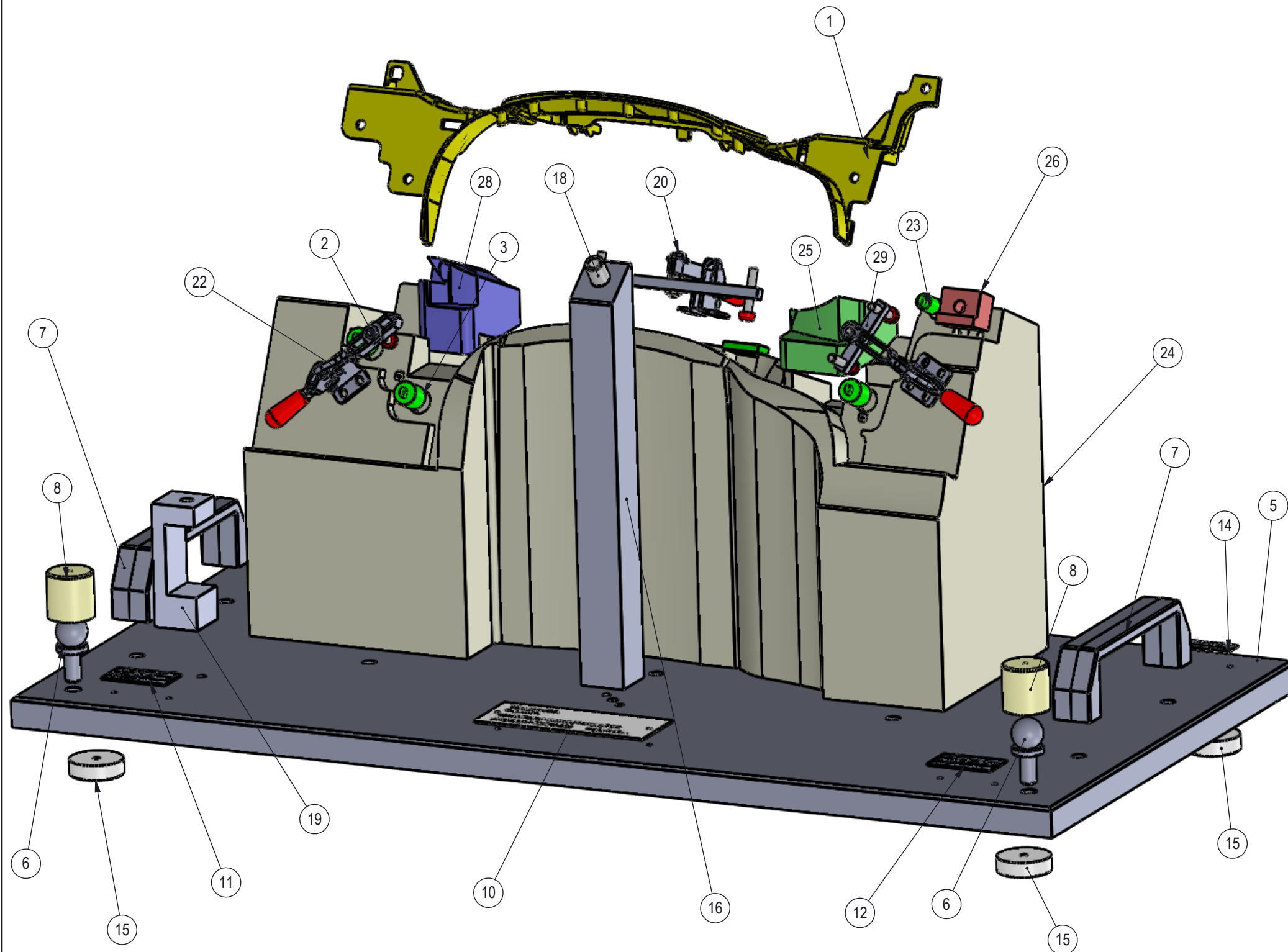
Dozvoljena odstupanja za nominalne dimenzije (mm) Tolerances for nominal dimensions (mm)							
Klasa tolerancije / Tolerance class	od 0.5 do 3	od 3 do 6	od 6 do 30	od 30 do 120	od 120 do 400	od 400 do 1000	od 1000 do 2000
F (fina / fine)	±0.05	±0.05	±0.10	±0.15	±0.20	±0.30	±0.50
S (srednja / medium)	±0.10	±0.10	±0.20	±0.30	±0.50	±0.80	±1.20
G (gruba / coarse)	±0.20	±0.30	±0.50	±0.80	±1.20	±2.00	±3.00



ITEM NO.	PART NUMBER	Exploded/QTY.
1	FA00ADC88288_002_0002-STECCA REGGITENDINA GDX_PRODOTTO_DA_STAMPO_Default_As Machined_	1
2	M-umetak1	1
3	Umetak_Inox-2	2
4	Umetak_Inox-3	2
5	Aluminijumska_Ploca	1
6	Misumi_Sfera_CRB20	3
7	HANDLER_Rucica_M8x132	2
8	Zastita_Za_Sferu	3
9	SONDE_Plocica	1
10	FCA_Info_Plocica	1
11	XYZ_Plocica_Leva	1
12	XYZ_Plocica_Desna	1
13	XYZ_Plocica_Centralna	1
14	DATA_U.M.E_Plocica	1
15	Podloska_Za_Plocu	4
16	QH_Stub	1
17	Komparater	2
18	QH_Umetak-Mesing	1
19	Inox_Stub_Za_Bazdarenje_60mm	1
20	Destaco_213U_Stega_Produzena	1
21	Stub_Za_Stegu-AL	1
22	Destaco_214M_Stega	1
23	Umetak_Inox-4	1
24	Necuron	1
25	Necuron_Umetak-1	1
26	Umetak-2	1
27	Umetak3	1
28	Necuron_Umetak-2	1
29	Destaco_213U_Stega	1

Poručilac/Customer: FCA				Naziv projekta/Project Name: Calibro_Stecca_Piantone_GDX-334MCA				Broj projekta/Project Number: P-003045-A02			
		Odgovorna osoba/Author:		Datum/Date:				Naziv/Description: Sklopni crtez			
Konst./Design By		Natalija Pantelic									
Crtao/Drawn By		Natalija Pantelic		10/6/2018							
Odobrio/App.											
List/Sheet:	2	Format:	Razmera./Sc:	Kl. toler./Tol. Class:	Masa/Weight [kg]:	Oznaka/Number:			Revizija/Revision:		
od / of:	2	A3	1:3	S					1		

Dozvoljena odstupanja za nominalne dimenzije (mm)							
Tolerances for nominal dimensions (mm)							
Klasa tolerancije / Tolerance class	od 0,5 do 3	od 3 do 6	od 6 do 30	od 30 do 120	od 120 do 400	od 400 do 1000	od 1000 do 2000
F (fina / fine)	± 0,05	± 0,05	± 0,10	± 0,15	± 0,20	± 0,30	± 0,50
S (srednja / medium)	± 0,10	± 0,10	± 0,20	± 0,30	± 0,50	± 0,80	± 1,20
G (gruba / coarse)	± 0,20	± 0,30	± 0,50	± 0,80	± 1,20	± 2,00	± 3,00



ITEM NO.	PART NUMBER	Exploded/QTY.
1	FA00ADC88288_002_0002-STECCA REGGITENDINA GDX_PRODOTTO_DA_STAMPO_Default_As Machined_	1
2	Umetak_Inox-1	1
3	Umetak_Inox-2	2
4	Umetak_Inox-3	2
5	Aluminijumska_Ploca	1
6	Misumi_Sfera_CRB20	3
7	HANDLER_Rucica_M8x132	2
8	Zastita_Za_Sferu	3
9	unl	1
10	FCA_Info_Plocica	1
11	XYZ_Plocica_Leva	1
12	XYZ_Plocica_Desna	1
13	XYZ_Plocica_Centralna	1
14	DATA_U.M.E_Plocica	1
15	Podloska_Za_Plocu	4
16	QH_Stub	1
17	Komparater	2
18	QH_Umetak-Mesing	1
19	Inox_Stub_Za_Bazdarenje_60mm	1
20	Destaco_213U_Stega_Produzena	1
21	Stub_Za_Stegu-AL	1
22	Destaco_214M_Stega	1
23	Umetak_Inox-4	1
24	Necuron	1
25	Necuron_Umetak-1	1
26	Umetak-2	1
27	Umetak3	1
28	Necuron_Umetak-2	1
29	Destaco_213U_Stega	1

Poručilac/Customer:			Naziv projekta/Project Name:			Broj projekta/Project Number:		
FCA			Calibro_Stecca_Piantone_GDX-334MCA			P-003045-A02		
		Odgovorna osoba/Author:	Datum/Date:			Naziv/Description: Sklopni crtez		
Konst./Design By		Natalija Pantelic						
Crtao/Drawn By		Natalija Pantelic	10/6/2018					
Odobrio/App.								
List/Sheet:	1	Format:	Razmera/Sc:	Kl. toler/Tol. Class:	Masa/Weight [kg]:	Oznaka/Number:	Revizija/Revision:	
od / of:	2	A3	1:3	S			1	