

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Производни системи

Број индекса: 33/2012

Стефан Ж. Величковић

Мерење и контрола на координатној мерној машини DEA GLOBAL

завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. **Др Миладин Стефановић - ментор**

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да представи принцип мерења и контролисања на координатној мерној машини DEA GLOBAL silver и да то илуструје на конкретном примеру.

Препоручена литература:

- [1] Др М. Лазић, Основи метрологије, Универзитет “Светозар Марковић”, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1987.**
- [2] Hexagon Metrology, PC-DMIS CMM Manual, 2012.**
- [3] Hexagon Metrology, PC-DMIS Core Manual, 2012.**

Крагујевац, Октобар 2016.

Ментор:
Др Миладин Стефановић

Садржај:

Резиме.....	4
1. Увод.....	5
2. Координатне мерне машине.....	7
2.1. Координатна мерна машина DEA GLOBAL silver.....	8
3. Основне функције PC-DMIS софтверског пакета.....	10
3.1. Процес покретања CMM-а.....	10
3.2. Креирање новог парт програма.....	11
3.3. Дефинисање сензора за мерење.....	13
3.4. Мерење фичера.....	14
3.5. Рад у аутоматском режиму.....	16
3.6. Подешавање брзине кретања CMM-а.....	16
3.7. Подешавање сигурносне равни.....	16
3.8. Додавање коментара.....	16
3.9. Конструисање нових фичера помоћу постојећих фичера.....	17
3.10. Прорачун димензија.....	18
3.11. Маркирање ставки за извршавање.....	18
3.12. Извршавање парт програма.....	18
3.13. Извештај.....	18
4. Пример мерења.....	21
5. Закључак.....	35
Литература.....	36

Резиме

У овом раду приказан је процес мерења на мерној машини DEA GLOBAL silver кроз софтверски пакет PC-DMIS. Као финални производ мерења добијени су резултати и табеле са одступањима од дозвоњених величина. На основу ових резултата можемо закључити да део који смо мерили није прошао контролу квалитета па самим тим није спреман за употребу.

Кључне речи: DEA GLOBAL silver, PC-DMIS, CMM, мерење

Abstract

This paper shows the process of measuring with measuring machine DEA GLOBAL silver through the software package PC-DMIS. As a final product of measuring we get the results and tables that shows the deviations from allowed sizes. Using this measures we can come to the conclusion that the part did not pass the control and it is not ready for use.

Keywords: DEA GLOBAL silver, PC-DMIS, CMM, measuring

1. Увод

Мерење и контрола је пратећи и нераздвојиви део производње, размене рада и добара и постојало је на свим цивилизационим нивоима људског друштва. Са развојем науке и технике развијали су се и унапређивали инструменти и уређаји за мерење, мерне методе и мерни системи [3].

Метрологија је наука која обухвата све теоријске и практичне аспекте мерења, без обзира на мерну несигурност и област примене. Реч метрологија потиче од грчких речи *métron* – мера и *logia* – наука. Метрологија се првенствено бави:

- Мерним јединицама
- Развојем, остваривањем, одржавањем и унапређивањем еталона тих јединица (SI) и преношењем вредности коју они репродукују ради обезбеђења следивости
- Мерилима и
- Мерењима, њиховом мерном несигурношћу и поузданошћу.

Развој метрологије доприноси и утиче на развој науке, технике и технологије, а научна достигнућа и примена нових технологија обликује развој метрологије, зато што условљавају већу потребу за поузданим, веома тачним и упоредним мерењима нарочито у области индустријске производње, медицине, фармације, безбедности и слично.

Индустријска метрологија се бави мерилима која се употребљавају у индустрији, у производним процесима и поступцима испитивања, чије адекватно функционисање обезбеђује квалитет производа, бољу конкурентност и задовољство купца. Методе и средства мерења у производњи су, при томе, усаглашени са технологијом обраде, производним системима и производним организационим методама [7].

PC-DMIS је софтверски пакет који је развијен пре више од двадесет година са циљем интегрисања операција конструисања, производње и контроле у један систем. Коришћењем овог софтверског пакета веома се лако прикупљају и анализирају подаци који долазе директно из производње. Тако добијени подаци се конвертују у информације које се могу користити за корекцију, а на крају се као резултат добија побољшани процес производње.

У овом раду биће описан рад са координатном мерном машином (Coordinate measuring machines - CMM) као и рад са PC-DMIS софтверским пакетом. Такође, биће детаљно описан пример мерења једног дела са свим етапама кроз које је неопходно проћи да би се на крају добио извештај са мерења који је главни излаз из процеса контроле.

Процес мерења обухвата:

- Креирање новог типа програма,
- Дефинисање сензора,
- Калибрација сензора,
- Дефинисање погледа,
- Постављање одговарајућих координатних система,
- Мерење фичера,
- Подешавање преференци,
- Додавање коментара,
- Конструисање фичера,
- Димензионисање,
- Егзекуција завршног програма,
- Штампање програма,
- Анализа програма.

2. Координатне мерне машине

Координатна мерна машина је уређај који се користи за мерење физичких геометријских карактеристика објекта. Ове машине могу бити контролисане рачунарски или ручно од стране оператера. Мерења су дефинисана сондом која је закачена за три помичне осе ове машине. Сонде могу бити механичке, оптичке и ласерске.

Типична координатна мерна машина састоји се из три осе X, Y и Z. Свака осе има систем скале која указује на локацију оса. Машина читава улазне податке приликом додиривања сонде и објекта, затим користи X, Y, Z координате сваке од ових тачака да опише величину и позицију са микрометарском прецизношћу по подразумеваној вредности [5].

Координатне мерне машине садрже три главне компоненте:

- Главна структура која садржи три осе померања
- Систем сонди
- Прикупљање података и систем редукције – обично укључује софтверске машине управљачког склопа, десктоп рачунаре и апликације.

Материјал који се користио за прављење померајућег оквира мењао се током времена. Гранит и челик су коришћени при прављењу првих машина, док се данас сви већи произвођачи ових машина одлучују за легуре алуминијума и такође користе керамику ради повећања крутости Z осе за програме скенирања [8].

Код првих координатних мерних машина механичке сонде су се стављале у специјални држач на крају пипка. Често су сонде прављене лемљењем тврде кугле на крају осовине. Ово је било идеално за мерење читавог спектра равних, цилиндричних и сферних површина. Остале сонде биле су основа за посебне облике, нпр. квадрат, како би се омогућило мерење посебних особина. Мерења постигнута овом контактном методом често су била непоуздана пошто су машине биле помицане руком од стране оператера и сваки оператер је примењивао различите количине притиска на сонду [4].

Даљи развој је био додатак мотора за померање сваке осе. Оператери више нису морали физички да додирују машину већ су осе померали користећи контролере. Мерна тачност и прецизност драстично су побољшани открићем електронске додирно-прекидне сонде. Те сонде су имале челичу лопту која је била натегнута опругом са иглом за записивање. Како је сонда додиривала површину компоненте, игла је скретала и истовремено слала X, Y, Z информације координата на рачунар.

Нови модели имају сонде које се помичу дуж површине дела и узимају тачке на посебним интервалима. Ти модели познати су као испитне сонде. Ова метода СММ испитивања је прецизнија од додирне методе сонди. Следећа генерација испитивања је бесконтактно испитивање. Ова метода користи ласерско светло или бело светло које се пројектује насупрот површине предмета. Овакво испитивање може бити коришћено не само да се провери величина и позиција, него и да се креира 3D слика дела који се мери. Ови оптички скенери често се користе на меким и деликатним деловима.

Координатне мерне машине могу бити стационарне и преносне. Преносне координатне мерне машине се разликују од класичних у томе што су оне најчешће облика зглобних руку. Ове руке имају шест или седам ротационих оса са ротационим кодерима уместо линеарних оса. Преносне мерне машине су лаке и могу се користити скоро свуда. Недостатак ових машина је нешто мања прецизност него код класичних стационарних мерних машина [6].

2.1. Координатна мерна машина DEA GLOBAL silver

DEA GLOBAL silver (слика 1) има изванредну прецизност и динамику. Продуктивност овог СММ-а је значајно побољшана кроз оптимални покрет алгоритама, има побољшан софтвер и нове електронске контролере. СММ је савршен алат за контролу димензија механичких компоненти са уским толеранцијама, делова са сложенom геометријом и слободном формом површина као што су лопатице, зупчаници, компресори, итд.

DEA GLOBAL silver доказује своју флексибилност у сваком радном окружењу. На њену поузданост у раду не утичу ни рапидне промене температуре, вибрације нити прљавштина. Она гарантује тачне резултате чак и при температурној разлици од 15 до 30 степени.

DEA GLOBAL silver нуди технологију мулти сензора (слика 2) која је погодна за широк спектар конфигурација. Она такође може бити опремљена са фиксним главама за скенирање које имају веома високу прецизност и поновљивост чак и са дугим наставцима сонде.

DEA GLOBAL silver опремљена је новим универзалним Jogbox контролером. Овај контролер користи се за покретање и рад машине. Дизајниран је тако да може да функционише у врло тешким индустријским условима, отпоран је на ударце и падове [1].



Слика 1 - DEA GLOBAL silver



Слика 2 – Мулти сензор

Координатна мерна машина за покретање и снимање користи софтверски пакет под називом PC-DMIS. PC-DMIS омогућава корисницима, на било ком нивоу, да постигну најбоље перформансе скенирања и то једноставно и ефикасно.

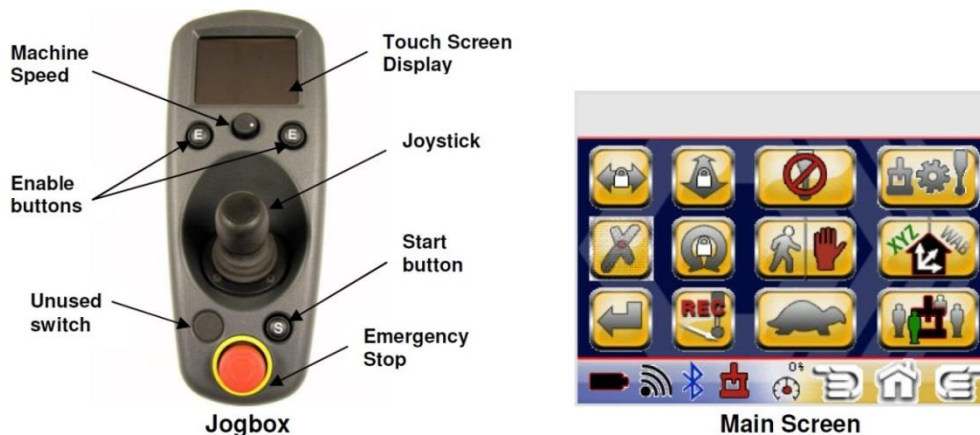
3. Основне функције PC-DMIS софтверског пакета

У овом поглављу биће описан процес израде једноставног парт програма за мерење дела коришћењем СММ-а. Постоје два режима у којима је могуће радити, то су online и offline режим. У колико се ради у online режиму, приликом програмирања имамо директну везу између СММ-а и софтверског пакета. У offline режиму користе се исти кораци као и у online режиму са том разликом да се уместо директног узимања тачака са дела уместо мерног пипка на СММ-у користи лево дугме миша којим се по CAD моделу кликће на жељеним местима. Приликом мерења користимо реални машински део за који је направљен CAD модел [2].

3.1. Процес покретања СММ-а

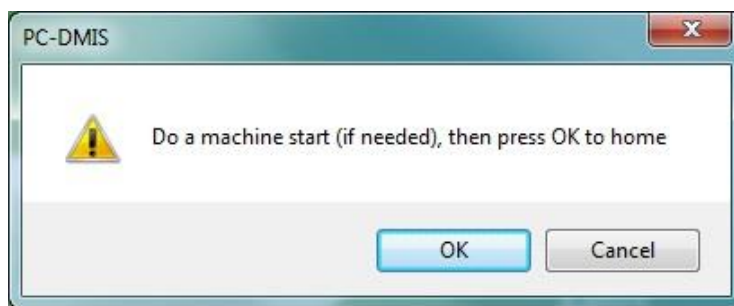
Процес покретања СММ-а састоји се из неколико корака:

1. Укључити довод ваздуха на СММ
2. Укључити контролер (слика 3)



Слика 1 – контролер (Jogbox)

3. Укључити компјутер и све његове периферије
4. Покренути PC-DMIS (слика 4)
5. Нулирати (HOME) СММ.
6. За стартовање СММ-а треба притиснути дугме S на контролеру.



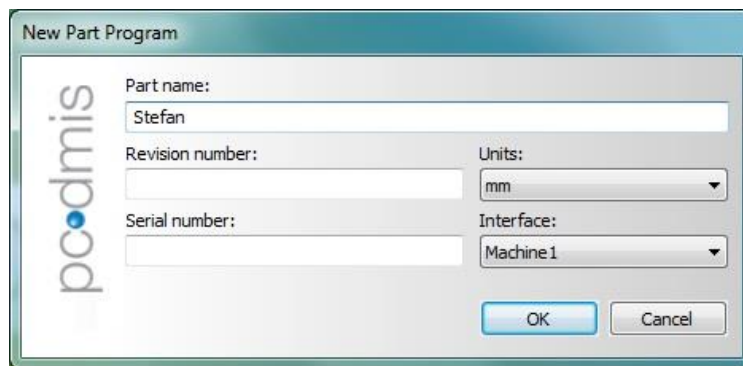
Слика 2 – Стартовање машине

Да би се подесили параметри машине СММ мора да се нулира (HOME). Тиме се подешавају границе оса, брзине оса и остали потребни параметри.

3.2. Креирање новог парт програма

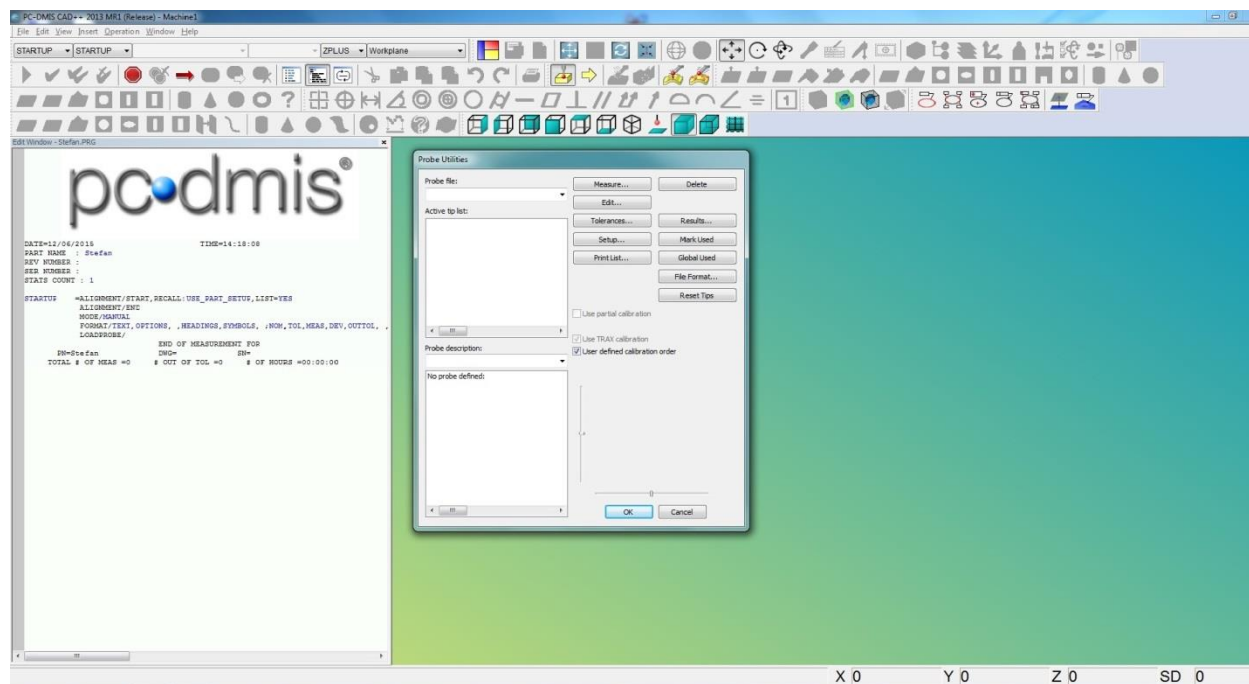
Након нулирања СММ-а појављује се прозор за креирање новог парт програма (слика5). Тај прозор садржи места за уношење података о самом парт програму као што су:

- Part name – име програма
- Serial number
- Revision number
- Units – у коме бирамо у којим ћемо јединицамо уносити мере
- Interface

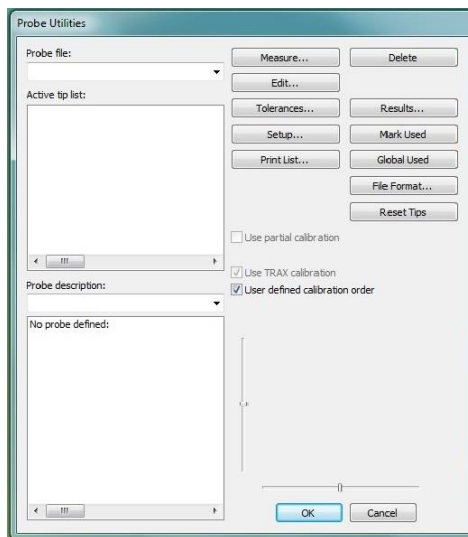


Слика 3 – New part program

По завршетку креирања новог парт програма, аутоматски се отвара главни интерфејс PC-DMIS-a (слика 6) и прозор за избор сензора за мерење (слика 7).



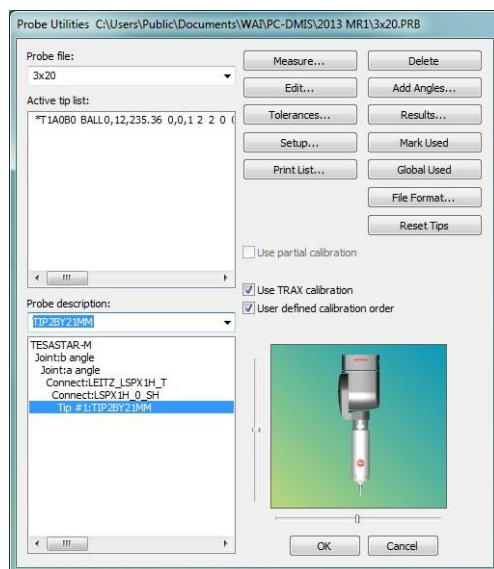
Слика 6 – Главни интерфејс PC-DMIS-a



Слика 7 – прозор за избор сензора за мерење

3.3. Дефинисање сензора за мерење

Приликом дефинисања сензора, можемо изабрати већ постојећу конфигураацију или можемо направити нову конфигурацију сензора. Када први пут правимо парт програм PC-DMIS аутоматски се отвара следећи дијалог (слика 8):

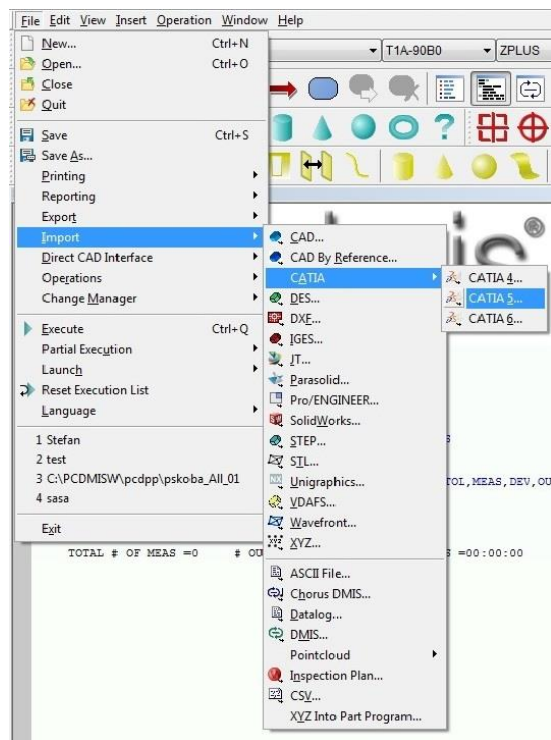


Слика 8 – Дефинисање сензора

Да би дефинисали прирубнице, зглобове, сензоре, мерне пипке, продужетке, додатке и мерне главе које ће бити коришћене у парт програму, користи се опција Probe description. То је падајући мени који нам приказује листу доступних опција. У том пољу бирамо компоненту сензора из листе по којој је сензор конфигурисан на СММ-у. У пољу Probe file уносимо назив сензора.

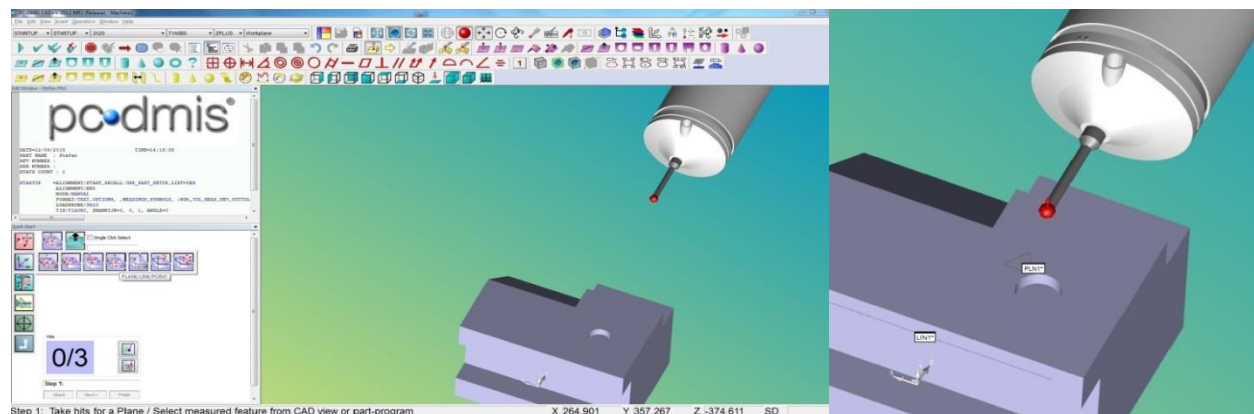
3.4. Мерење фичера

Када је сензор дефинисан и приказан у графичком прозору можемо почети са мерењем фичера. Потребно је у програм увести део који меримо (слика9).



Слика 9 – Увођење дела за мерење

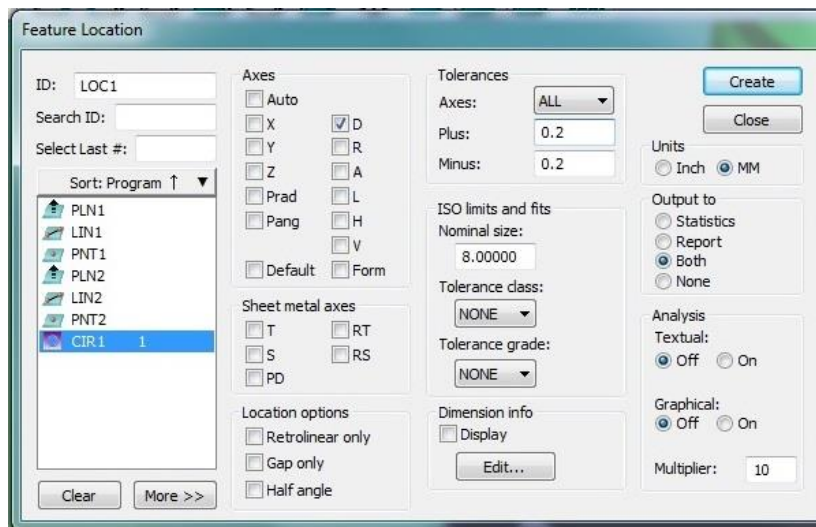
Мерење почињемо од равни. Потребно је измерити три тачке на површини дела који меримо. Тачке треба да образују троугао и да буду што даље једна од друге колико је то могуће.



Слика 10 – Мерење равни

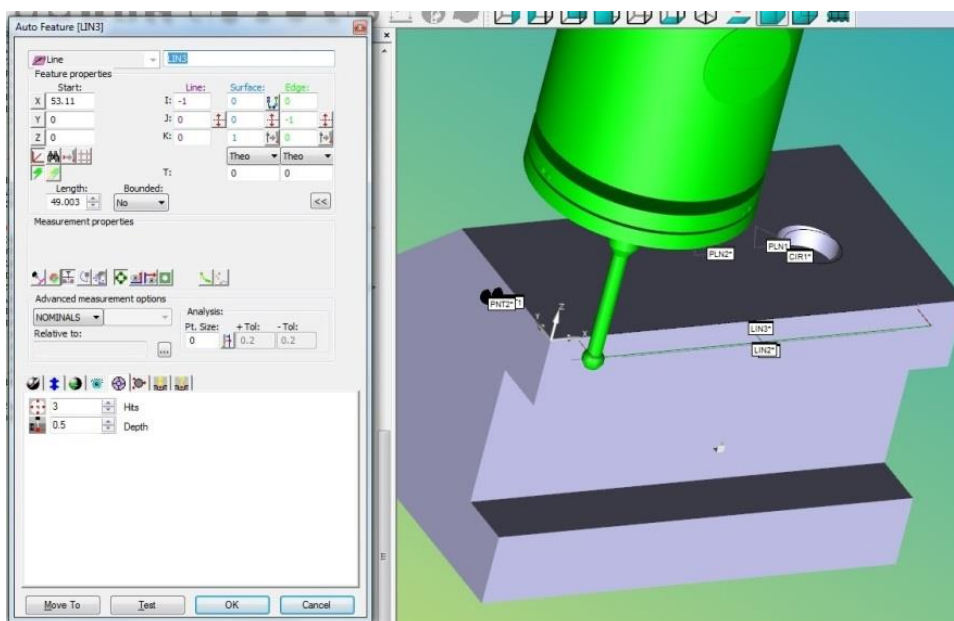
PC-DMIS ће приказати ознаку фичера и троугао који означава мерење равни (слика 10).

Приликом мерења кружнице, сензор треба довести до центра кружнице, спустити мерни врх у рупу и измерити најмање три тачке на подједнакој раздаљини око кружнице. PC-DMIS ће приказати ознаку фичера и кружницу коју смо измерили у прозору графичког приказа (слика 11).



Слика 11 – прозор графичког приказа

Мерење линије врши се на идентичан начин. Сензор се доводи до жељеног места на коме ћемо да измеримо линију, мерни врх се спушта на почетак линије и мере се најмање три тачке на жељеној линији.



Слика 12 – Мерење линије

PC-DMIS ће приказати ознаку фичера и линију коју смо измерили у прозору графичког приказа (слика 12).

3.5. Рад у аутоматском режиму

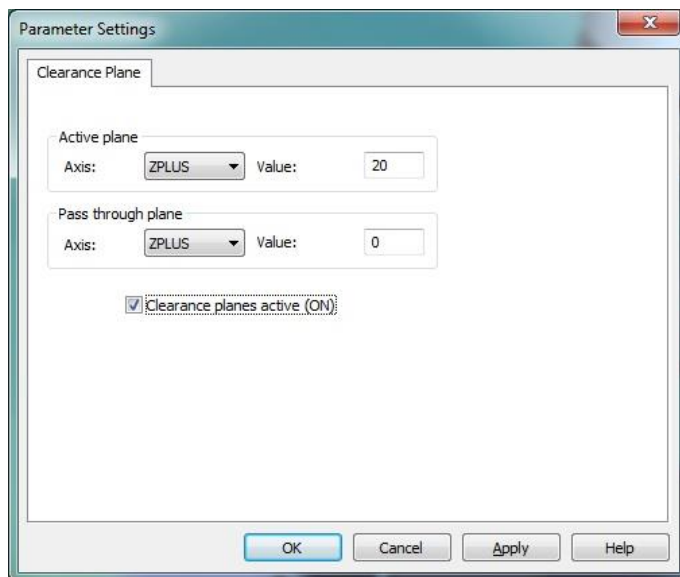
PC-DMIS поседује библиотеку функција и рутина које олакшавају аутоматско мерење делова. Ове функције и рутине омогућавају да се PC-DMIS лако програмира за мерење разних делова, а затим их додаје у мерну рутину као "Auto Features". У многим случајевима ово аутоматско препознавање фичера је веома једноставно и буквално се врши једним притиском миша на одговарајућу функцију у Graphic Display функцији. Аутоматски режим се данас не користи само за мерење лимова и предмета са танким зидовима већ се може користити и за мерење делова израђених од различитих материјала [9].

3.6. Подешавање брзине кретања СММ-а

Опција Move Speed нам омогућава задавање брзине позиционирања СММ-а између тачака на предмету који се мери. На основу овог подешавања PC-DMIS ће покренути СММ задатом брзином.

3.7. Подешавање сигурносне равни

Ово подешавање омогућава прављење сигурносне равни која се налази на одређеној (задатој) удаљености у односу на XY раван референтног координатног система (слика 13).



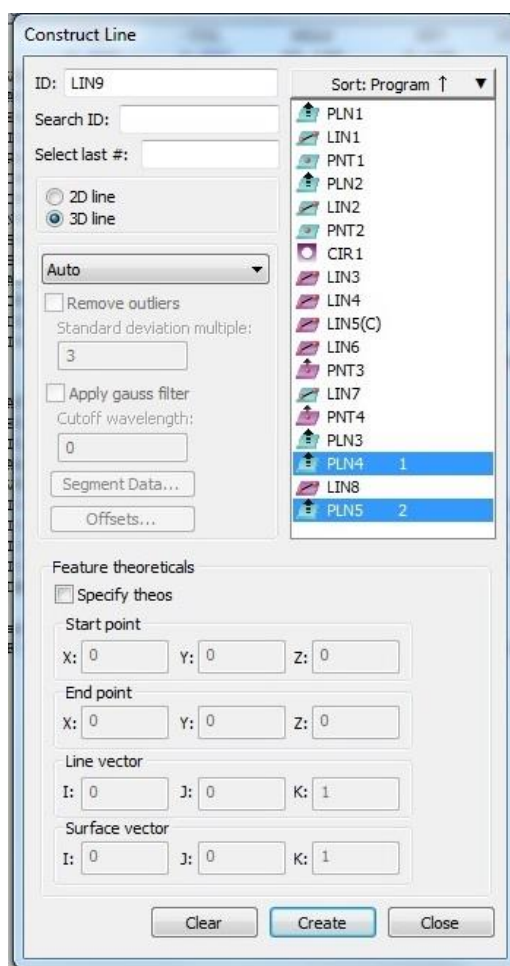
Слика 13 – Подешавање сигурносне равни

3.8. Додавање коментара

Опција додавање коментара омогућава нам остављање упозорења и обавештења оператеру на машини који ће дати одређену информацију у току извршења part програма.

3.9. Конструисање нових фичера помоћу постојећих фичера

PC-DMIS може конструисати фичере користећи већ постојеће измерене фичере. Ова опција налази се у Constructed Features toolbar-у. За конструисање нових фичера треба обележити одговарајуће фичере (у нашем случају то су површине PLN4 и PLN5), затим из падајућег менија изабрати опцију Auto и на крају кликнути на дугме Create (слика 14).



Слика 14 – Аутоматско конструисање фичера

3.10. Прорачун димензија

Када су фичери измерени или конструисани, димензије тих фичера се могу прорачунати. За прорачунавање димензија потребно је да се у Dimensions tulbar-у кликне на иконицу Location. Аутоматски нам се отвара прозор Feature Location. Из листе треба изабрати ознаке задње две измерене површине. Кликнути на дугме Create и PC-DIMIS ће приказати положаје тих површина у прозору Edit. Номиналне вредности прорачунатих димензија можемо преправити тако што кликнемо на номиналну жељену вредности и откуцамо нову вредност.

3.11. Маркирање ставки за извршавање

Маркирање нам омогућава да селективно изаберемо које елементе парт програма желимо да пустимо у извршавање. Ова функција налази се у Edit Window tulabar-у. Могуће је означити једну, више или чак све елементе.

3.12. Извршавање парт програма

Када су сви кораци урађени можемо кренути са извршавањем парт програма. У менију треба изабрати File и опцију Execute. Сада PC-DIMIS захтева мерење тачака на локацијама назначеним у прозору графичког приказа.

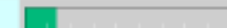
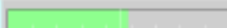
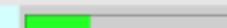
- Измерити три тачке за раван и на Jogbox – у притиснути ентер
- Измерити две тачке за линију и на Jogbox – у притиснути ентер
- Измерити четири тачке за кружницу и на Jogbox – у притиснути ентер

По завршетку мерења PC-DIMS ће приказати упозорење да је машина у аутоматском (DCC) режиму. Притиском на дугме OK, PC-DIMS аутоматски почиње мерење осталих фичера.

3.13. Извештај

Након извршења парт програма PC-DIMS ће аутоматски штампати извештај на унапред изабраној локацији. У колико је у check box – у изабрана опција Printer извештај ће бити послат на штампање на штампачу. У прозору Report можемо прегледати извештај (слика 15). Такође, у истом прозору, можемо приказати разне варијације истог мерења применом различитих шаблона извештаја.

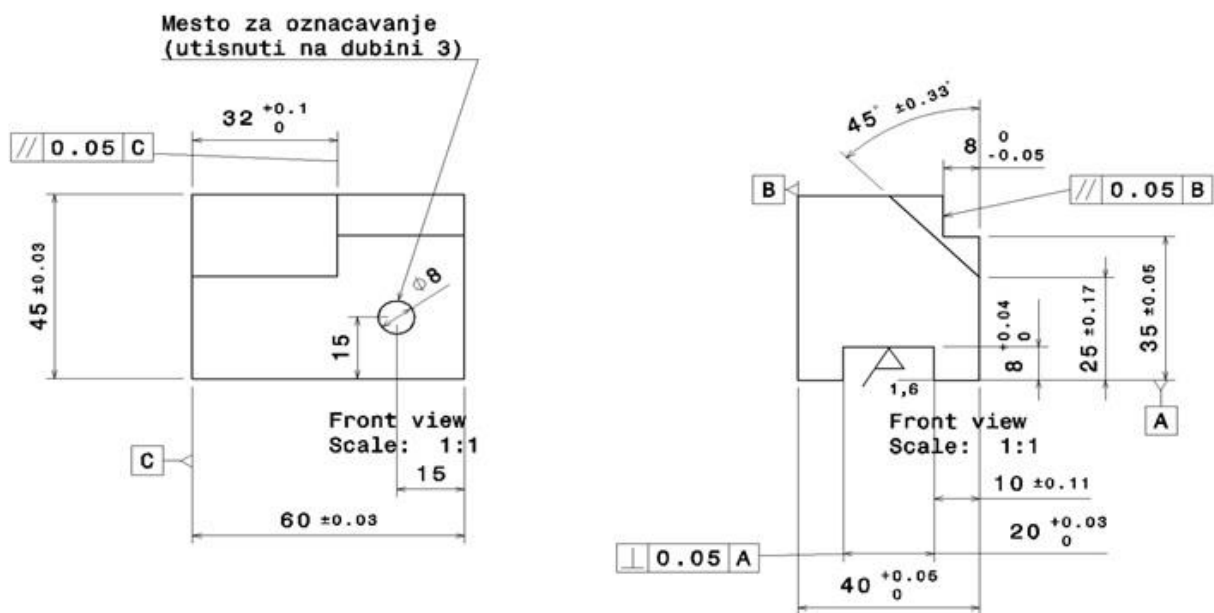
podmis		PART NAME : Stefan				June 12, 2015		15:53	
REV NUMBER :				SER NUMBER :				STATS COUNT : 1	
⊞	MM	LOC1 - CIR1							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
D	8.000	0.200	0.200	7.600	-0.400	0.200			
↔	MM	DIST1 - LIN3 TO CIR1 (YAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	15.000	0.200	0.200	14.258	-0.742	0.542			
↔	MM	DIST2 - LIN4 TO CIR1 (XAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	15.000	0.200	0.200	14.676	-0.324	0.124			
↔	MM	DIST3 - LIN4 TO LIN5 (XAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	60.000	0.030	0.030	60.008	0.008	0.000			
↔	MM	DIST4 - LIN6 TO LIN3 (YAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	45.000	0.030	0.030	45.006	0.006	0.000			
↔	MM	DIST5 - PNT3 TO LIN5 (XAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	32.000	0.100	0.000	32.031	0.031	0.000			
FCFPARL1	MM	// 0.05 C							
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS		
LIN7	0.000	0.050	0.000	0.027	0.027	0.000	0.000		
↔	MM	DIST6 - PNT4 TO PLN3 (ZAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	8.000	0.000	0.050	7.925	-0.075	0.025			
∠	DEG	ANGL1 - PLN4 TO YAXIS							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
A	45.000	0.300	0.300	45.166	0.166	0.000			
↔	MM	DIST7 - LIN8 TO LIN3 (YAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	35.000	0.050	0.050	36.986	1.986	1.936			
↔	MM	DIST8 - LIN9 TO LIN3 (YAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	25.000	0.165	0.165	25.075	0.075	0.000			
↔	MM	DIST9 - PNT5 TO PLN5 (ZAXIS)							
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL			
M	10.000	0.110	0.110	9.988	-0.012	0.000			

↔	MM	DIST10 - PLN7 TO PNT5 (ZAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	20.000	0.030	0.000	20.006	0.006	0.000	
FCFPERP1	MM	 0.05 A					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN7	0.000	0.050	0.000	0.008	0.008	0.000	0.000
							
↔	MM	DIST11 - PNT6 TO PLN6 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	8.000	0.040	0.000	8.022	0.022	0.000	
↔	MM	DIST12 - PLN8 TO PLN5 (ZAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	40.000	0.050	0.000	40.019	0.019	0.000	
FCFPARL2	MM	 0.05 B					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN3	0.000	0.050	0.000	0.016	0.016	0.000	0.000
							

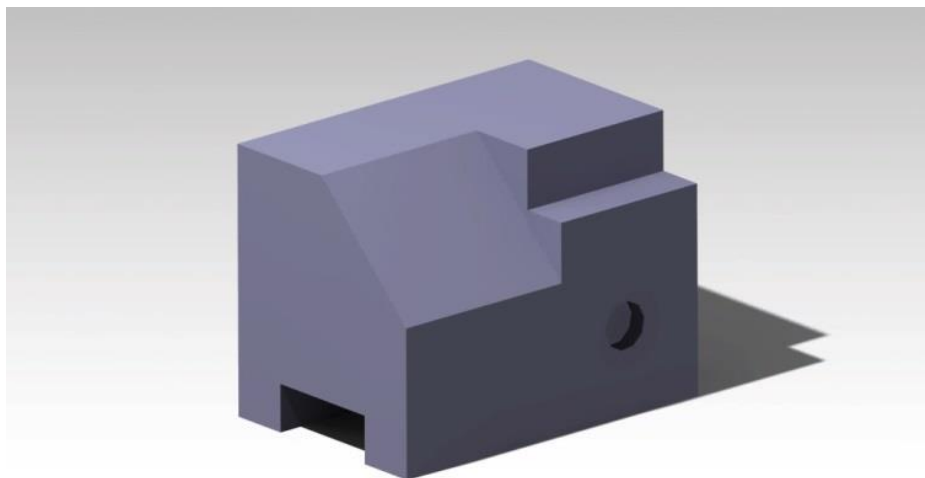
Слика 15 - Извештај

4. Пример мерења

У оквиру овог мерења коришћен је предмет који је направљен према техничком цртежу (слика 16).



Слика 16 – Технички цртеж предмета који се мери



Слика 17 – Тродимензионални модел

Тродимензионални модел направљен је у програму CATIA који је коришћен за увођење дела у програмски систем који се користи за мерење (слика 17).

Задати део поставља се на CMM и извршава се парт програм предходно урађен у PC-DMIS-у.

Парт програм за мерење:

PART NAME : Stefan

REV NUMBER :

SER NUMBER :

STATS COUNT : 1

```

STARTUP  =ALIGNMENT/START,RECALL:USE_PART_SETUP,LIST=YES
          ALIGNMENT/END
          MODE/MANUAL
          FORMAT/TEXT,OPTIONS,                          ,HEADINGS,SYMBOLS,
;NOM,TOL,MEAS,DEV,OUTTOL, ,
          LOADPROBE/3X20
          MOVESPEED/ 100
          TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
PLN1      =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
          THEO/<-9.858,20,19.716>,<0,1,0>
          ACTL/<341.689,329.842,-521.722>,<-0.000352,0.0025999,0.9999966>
          MEAS/PLANE,4
          HIT/BASIC,NORMAL,<-9.087,20,31.668>,<0,1,0>,<340.456,343.126,-
521.754>,USE THEO=YES
          HIT/BASIC,NORMAL,<-28.096,20,32.853>,<0,1,0>,<357.143,339.944,-
521.747>,USE THEO=YES
          HIT/BASIC,NORMAL,<-23.88,20,9.055>,<0,1,0>,<356.856,318.54,-
521.686>,USE THEO=YES
          HIT/BASIC,NORMAL,<21.631,20,5.287>,<0,1,0>,<312.301,317.756,-
521.703>,USE THEO=YES
          ENDMEAS/
A1        =ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
          ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN1
          ALIGNMENT/END
LIN1      =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
          THEO/<26.796,0.009,16.097>,<-0.9999999,-0.000352,0>
          ACTL/<312.184,313.025,-524.391>,<0.9990868,-0.0427271,0>
          MEAS/LINE,2,FEATURE=PLN1
          HIT/BASIC,NORMAL,<26.796,0.009,15.948>,<-
0.000352,0.9999999,0>,<312.184,313.025,-524.386>,USE THEO=YES
    
```

```

HIT/BASIC,NORMAL,<-24.544,-0.009,16.246>,<-
0.000352,0.9999999,0>,<332.843,312.141,-524.396>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
A2    =ALIGNMENT/START,RECALL:A1,LIST=YES
ALIGNMENT/ROTATE,XPLUS,TO,LIN1,ABOUT,ZPLUS
ALIGNMENT/END
PNT1   =FEAT/POINT,CARTESIAN
THEO/<-30,19.727,12.684>,<-1,0,0>
ACTL/<288.198,341.199,-522.143>,<-0.9980157,-0.0629621,-0.0007104>
MEAS/POINT,1,WORKPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<-30,19.727,12.684>,<-1,0,0>,<288.198,341.199,-
522.143>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
A3     =ALIGNMENT/START,RECALL:A2,LIST=YES
ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,LIN1
ALIGNMENT/TRANS,XAXIS,PNT1
ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN1
ALIGNMENT/END
MODE/DCC
CLEARP/ZPLUS,20,ZPLUS,0,ON
PLN2   =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
THEO/<31.049,16.394,0>,<0,0,1>
ACTL/<31.049,16.396,0.007>,<0.0000486,-0.0000784,1>
MEAS/PLANE,6
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<35.622,30.345,0>,<0,0,1>,<35.622,30.345,0.009>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<55.498,29.229,0>,<0,0,1>,<55.499,29.232,0.007>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<55.546,8.128,0>,<0,0,1>,<55.546,8.131,0.005>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<28.807,4.8,0>,<0,0,1>,<28.806,4.803,0.006>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<4.991,5.327,0>,<0,0,1>,<4.989,5.33,0.009>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<5.83,20.535,0>,<0,0,1>,<5.83,20.538,0.008>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/
A4     =ALIGNMENT/START,RECALL:A3,LIST=YES
ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN2

```

```

ALIGNMENT/END
LIN2    =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
THEO/<3.747,0,-3.41>,<1,0,0>
ACTL/<3.728,-0.146,-3.41>,<0.9999091,0.0134844,0>
MEAS/LINE,4,FEATURE=PLN2
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<3.747,0,-3.272>,<0,-1,0>,<3.728,-0.146,-3.272>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<26.343,0,-2.502>,<0,-1,0>,<26.325,0.159,-2.501>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<47.026,0,-4.262>,<0,-1,0>,<47.009,0.438,-4.263>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<56.122,0,-3.602>,<0,-1,0>,<56.103,0.561,-3.603>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/
A5      =ALIGNMENT/START,RECALL:A4,LIST=YES
ALIGNMENT/ROTATE,XPLUS,TO,LIN2,ABOUT,ZPLUS
ALIGNMENT/END
PNT2    =FEAT/POINT,CARTESIAN
THEO/<0,15.684,-4.08>,<-1,0,0>
ACTL/<0.204,15.682,-4.081>,<-1,0,0>
MEAS/POINT,1,WORKPLANE
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<0,15.684,-4.08>,<-1,0,0>,<0.204,15.682,-4.081>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/
A6      =ALIGNMENT/START,RECALL:A5,LIST=YES
ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,LIN2
ALIGNMENT/TRANS,XAXIS,PNT2
ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN2
ALIGNMENT/END
MOVE/CLEARPLANE
CIR1    =FEAT/CONTACT/CIRCLE/DEFAULT,CARTESIAN,IN,LEAST_SQR
THEO/<45,15,0>,<0,0,1>,8
ACTL/<45.332,14.257,0>,<0,0,1>,7.6
TARG/<45,15,0>,<0,0,1>
START ANG=0,END ANG=360
ANGLE VEC=<1,0,0>
DIRECTION=CCW
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO

```

```

SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
  NUMHITS=4,DEPTH=0.5,PITCH=0
  SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
  SAMPLE HITS=0,SPACER=0
  AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
  FIND HOLE=DISABLED,ONERROR=NO,READ POS=NO
SHOW HITS=NO
DIM LOC1= LOCATION OF CIRCLE CIR1 UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH HALF ANGLE=NO
AX  NOMINAL   +TOL   -TOL   MEAS   DEV   OUTTOL
D    8.000    0.200   0.200   7.600   -0.400   0.200 <-----
END OF DIMENSION LOC1
  MOVE/CLEARPLANE
LIN3   =FEAT/CONTACT/LINE/DEFAULT,CARTESIAN,UNBOUNDED
  THEO/<53.11,0,0>,<-1,0,0>,<0,-1,0>,<0,0,1>,49.003
  ACTL/<53.111,-0.002,0>,<-1,0.0000382,0>,<-0.0000382,-1,0>,<0,0,1>,49.005
  TARG/<53.11,0,0>,<-1,0,0>,<0,-1,0>,<0,0,1>
  SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
  SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
    NUMHITS=3,DEPTH=2
    SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
    SAMPLE HITS=0,SPACER=0,INDENT1=0,INDENT2=0
    AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
  SHOW HITS=NO
  DIM DIST1= 2D DISTANCE FROM LINE LIN3 TO CIRCLE CIR1 PAR TO
YAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
  GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
  AX  NOMINAL   +TOL   -TOL   MEAS   DEV   OUTTOL
  M   15.000    0.200   0.200  14.258   -0.742   0.542 <-----
    MOVE/CLEARPLANE
  LIN4   =FEAT/CONTACT/LINE/DEFAULT,CARTESIAN,UNBOUNDED
    THEO/<60,3.031,0>,<0,1,0>,<1,0,0>,<0,0,1>,27.77
    ACTL/<60.012,3.031,0>,<-
0.0003337,0.9999999,0>,<0.9999999,0.0003337,0>,<0,0,1>,27.772
    TARG/<60,3.031,0>,<0,1,0>,<1,0,0>,<0,0,1>
    SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
    SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
      NUMHITS=3,DEPTH=2
      SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
      SAMPLE HITS=0,SPACER=0,INDENT1=0,INDENT2=0

```

```

        AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
        SHOW HITS=NO
        DIM DIST2= 2D DISTANCE FROM LINE LIN4 TO CIRCLE CIR1 PAR TO
XAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX NOMINAL    +TOL    -TOL    MEAS    DEV    OUTTOL
M    15.000    0.200    0.200    14.676    -0.324    0.124 <-----
        MOVE/CLEARPLANE
LIN5    =FEAT/CONTACT/LINE/DEFAULT,CARTESIAN,UNBOUNDED
        THEO/<0,2.409,0>,<0,1,0>,<-1,0,0>,<0,0,1>,21.84
        ACTL/<0.003,2.407,0>,<-0.0003089,1,0>,<-1,-0.0003089,0>,<0,0,1>,21.841
        TARG/<0,2.409,0>,<0,1,0>,<-1,0,0>,<0,0,1>
        SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
        SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
        NUMHITS=3,DEPTH=2
        SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
        SAMPLE HITS=0,SPACER=0,INDENT1=0,INDENT2=0
        AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
        SHOW HITS=NO
        DIM DIST3= 2D DISTANCE FROM LINE LIN4 TO LINE LIN5 PAR TO
XAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX NOMINAL    +TOL    -TOL    MEAS    DEV    OUTTOL
M    60.000    0.030    0.030    60.008    0.008    0.000 -----#---
        MOVE/CLEARPLANE
LIN6    =FEAT/CONTACT/LINE/DEFAULT,CARTESIAN,UNBOUNDED
        THEO/<34.308,45,-8>,<1,0,0>,<0,1,0>,<0,0,1>,21.84
        ACTL/<34.308,45.003,-8>,<1,0.0002064,0>,<-0.0002064,1,0>,<0,0,1>,21.84
        TARG/<34.308,45,-8>,<1,0,0>,<0,1,0>,<0,0,1>
        SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
        SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
        NUMHITS=3,DEPTH=3
        SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
        SAMPLE HITS=0,SPACER=0,INDENT1=0,INDENT2=0
        AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
        SHOW HITS=NO
        DIM DIST4= 2D DISTANCE FROM LINE LIN6 TO LINE LIN3 PAR TO
YAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX NOMINAL    +TOL    -TOL    MEAS    DEV    OUTTOL

```

```

M 45.000 0.030 0.030 45.006 0.006 0.000 -----#---
MOVE/CLEARPLANE
PNT3 =FEAT/CONTACT/VECTOR POINT/DEFAULT,CARTESIAN
THEO/<32,32.941,-4.077>,<-1,0,0>
ACTL/<32.03,32.944,-4.078>,<-1,0,0>
TARG/<32,32.941,-4.077>,<-1,0,0>
SNAP=NO
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
SHOW HITS=NO
DIM DIST5= 2D DISTANCE FROM POINT PNT3 TO LINE LIN5 PAR TO
XAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX NOMINAL +TOL -TOL MEAS DEV OUTTOL
M 32.000 0.100 0.000 32.031 0.031 0.000 --#-----
LIN7 =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
THEO/<32,43.32,-7.554>,<0,-1,0>
ACTL/<32.043,43.316,-7.554>,<-0.001072,-0.9999994,0>
MEAS/LINE,5,ZPLUS
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<32,43.32,-15.004>,<-1,0,0>,<32.039,43.316,-
15.004>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<32,42.466,-9.795>,<-1,0,0>,<32.048,42.464,-
9.794>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<32,37.42,-9.995>,<-1,0,0>,<32.029,37.418,-9.996>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<32,29.201,-1.771>,<-1,0,0>,<32.025,29.2,-1.768>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<32,33.978,-1.206>,<-1,0,0>,<32.042,33.976,-
1.205>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
DATDEF/FEATURE=LIN5,C
FCFPARL1 =PARALLELISM : LIN7
FEATCTRLFRAME/SHOWPARAMS=YES,SHOWEXPANDED=YES

CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,TEXT=OFF,MULT=10.00,ARROWDENSITY=10
0,OUTPUT=BOTH,UNITS=MM
STANDARDTYPE=ASME_Y14_5
DIMENSION/PARALLELISM,0.05,<PZ>,<len>,C,<dat>,<dat>

```

```

NOTE/FCFPARL1
FEATURES/LIN7,,
MOVE/CLEARPLANE
PNT4   =FEAT/CONTACT/VECTOR POINT/DEFAULT,CARTESIAN
THEO/<29.319,18.079,0>,<0,0,1>
ACTL/<29.318,18.079,0>,<0,0,1>
TARG/<29.319,18.079,0>,<0,0,1>
SNAP=NO
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
  AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
SHOW HITS=NO
PLN3   =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
THEO/<47.738,41.53,-8>,<0,0,1>
ACTL/<47.735,41.533,-7.925>,<0.0012216,-0.0001363,0.9999992>
MEAS/PLANE,4
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<55.226,44.075,-8>,<0,0,1>,<55.223,44.08,-7.933>,USE
THEO=YES
  HIT/BASIC,NORMAL,<53.346,38.836,-8>,<0,0,1>,<53.343,38.838,-
7.933>,USE THEO=YES
    HIT/BASIC,NORMAL,<42.23,39.629,-8>,<0,0,1>,<42.229,39.63,-7.917>,USE
THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<40.149,43.582,-8>,<0,0,1>,<40.145,43.584,-
7.916>,USE THEO=YES
        ENDMEAS/
        WORKPLANE/XPLUS
        DIM DIST6= 2D DISTANCE FROM POINT PNT4 TO PLANE PLN3 PAR TO
ZAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX  NOMINAL  +TOL  -TOL  MEAS  DEV  OUTTOL
        M   8.000   0.000   0.050   7.925  -0.075   0.025 <-----
        PLN4   =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
        THEO/<15.611,35.151,-10.151>,<0,0.7071068,0.7071068>
        ACTL/<15.611,35.156,-10.15>,<-0.0008106,0.7091472,0.70506>
        MEAS/PLANE,4
        MOVE/CLEARPLANE
        HIT/BASIC,NORMAL,<24.482,42.057,-
17.057>,<0,0.7071068,0.7071068>,<24.48,42.044,-17.069>,USE THEO=YES

```

```

HIT/BASIC,NORMAL,<23.158,28.785,-
3.785>,<0,0.7071068,0.7071068>,<23.158,28.812,-3.761>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<6.841,28.545,-
3.545>,<0,0.7071068,0.7071068>,<6.84,28.567,-3.534>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<7.964,41.218,-
16.218>,<0,0.7071068,0.7071068>,<7.967,41.2,-16.237>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
DIM ANGL1= 2D ANGLE FROM PLANE PLN4 TO YAXIS,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX NOMINAL +TOL -TOL MEAS DEV OUTTOL
A 45.000 0.300 0.300 45.166 0.166 0.000 -----#--
MOVE/CLEARPLANE
LIN8 =FEAT/CONTACT/LINE/DEFAULT,CARTESIAN,UNBOUNDED
THEO/<53.38,35,0>,<-1,0,0>,<0,1,0>,<0,0,1>,18.326
ACTL/<53.38,36.984,0>,<-1,0.0001477,0>,<0.0001477,1,0>,<0,0,1>,18.329
TARG/<53.38,35,0>,<-1,0,0>,<0,1,0>,<0,0,1>
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
NUMHITS=3,DEPTH=2.493
SAMPLE METHOD=SAMPLE_HITS
SAMPLE HITS=0,SPACER=0,INDENT1=0,INDENT2=0
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=0
SHOW HITS=NO
DIM DIST7= 2D DISTANCE FROM LINE LIN8 TO LINE LIN3 PAR TO
YAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX NOMINAL +TOL -TOL MEAS DEV OUTTOL
M 35.000 0.050 0.050 36.986 1.986 1.936 ----->
PLN5 =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
THEO/<32.234,12.872,0>,<0,0,1>
ACTL/<32.233,12.875,-0.001>,<0.0000423,-0.000043,1>
MEAS/PLANE,4
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<49.126,21.865,0>,<0,0,1>,<49.125,21.868,-0.001>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<53.243,5.675,0>,<0,0,1>,<53.243,5.675,-0.003>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<15.736,5.125,0>,<0,0,1>,<15.736,5.128,0>,USE
THEO=YES

```

```

HIT/BASIC,NORMAL,<10.83,18.825,0>,<0,0,1>,<10.828,18.827,0>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/
LIN9  =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED,NO
THEO/<23.922,25,0>,<1,0,0>
ACTL/<23.921,25.073,0>,<0.9999993,0.0011851,-0.0000423>
CONSTR/LINE,INTOF,PLN4,PLN5
DIM DIST8= 2D DISTANCE FROM LINE LIN9 TO LINE LIN3 PAR TO
YAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX  NOMINAL  +TOL  -TOL  MEAS  DEV  OUTTOL
M   25.000   0.165   0.165   25.075   0.075   0.000 -----#--
CLEARP/ZPLUS,20,ZPLUS,0,OFF
MOVE/POINT,NORMAL,<10.883,18.541,115.665>
TIP/T1A-90B0, SHANKIJK=0.052, -0.999, -0.003, ANGLE=-0.02
MOVE/POINT,NORMAL,<43.187,-105.026,99.772>
CLEARP/YMINUS,-20,ZPLUS,0,ON
PLN6  =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
THEO/<30.179,0,-19.64>,<0,-1,0>
ACTL/<30.179,-0.006,-19.639>,<-0.0000161,-1,0.0000791>
MEAS/PLANE,4
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<4.711,0,-3.395>,<0,-1,0>,<4.712,-0.005,-3.395>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<53.786,0,-4.965>,<0,-1,0>,<53.787,-0.005,-4.964>,USE
THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<53.354,0,-34.913>,<0,-1,0>,<53.353,-0.008,-
34.912>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<8.865,0,-35.286>,<0,-1,0>,<8.864,-0.007,-35.286>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/
PNT5  =FEAT/POINT,CARTESIAN
THEO/<30.442,3.611,-10>,<0,0,-1>
ACTL/<30.443,3.609,-9.989>,<0,0,-1>
MEAS/POINT,1,WORKPLANE
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<30.442,3.611,-10>,<0,0,-1>,<30.443,3.609,-9.989>,USE
THEO=YES
ENDMEAS/

```

```

DIM DIST9= 2D DISTANCE FROM POINT PNT5 TO PLANE PLN5 PAR TO
ZAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX NOMINAL  +TOL  -TOL  MEAS  DEV  OUTTOL
M   10.000   0.110   0.110   9.988  -0.012   0.000 ----#----
PLN7   =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
      THEO/<29.771,3.818,-30>,<0,0,1>
      ACTL/<29.77,3.819,-29.995>,<0.000007,0.0009551,0.9999995>
      MEAS/PLANE,6
      MOVE/CLEARPLANE
      HIT/BASIC,NORMAL,<56.594,5.413,-30>,<0,0,1>,<56.592,5.415,-
29.999>,USE THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<56.663,2.63,-30>,<0,0,1>,<56.661,2.632,-29.995>,USE
THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<29.75,2.299,-30>,<0,0,1>,<29.751,2.301,-29.991>,USE
THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<29.901,5.239,-30>,<0,0,1>,<29.9,5.239,-29.993>,USE
THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<2.902,5.056,-30>,<0,0,1>,<2.901,5.057,-29.997>,USE
THEO=YES
      HIT/BASIC,NORMAL,<2.818,2.269,-30>,<0,0,1>,<2.816,2.27,-29.996>,USE
THEO=YES
      ENDMEAS/
DIM DIST10= 2D DISTANCE FROM PLANE PLN7 TO POINT PNT5 PAR TO
ZAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
AX NOMINAL  +TOL  -TOL  MEAS  DEV  OUTTOL
M   20.000   0.030   0.000  20.006   0.006   0.000 -#-----
      DATDEF/FEATURE=PLN6,A
      FCFPERP1 =PERPENDICULARITY : PLN7
      FEATCTRLFRAME/SHOWPARAMS=YES,SHOWEXPANDED=YES

CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,TEXT=OFF,MULT=10.00,ARROWDENSITY=10
0,OUTPUT=BOTH,UNITS=MM
      STANDARDTYPE=ASME_Y14_5
      DIMENSION/PERPENDICULARITY,0.05,A,<dat>,<dat>
      NOTE/FCFPERP1
      FEATURES/PLN7,,
PNT6   =FEAT/POINT,CARTESIAN
      THEO/<33.699,8,-22.514>,<0,-1,0>

```

```

        ACTL/<33.694,8.015,-22.514>,<0,-1,0>
        MEAS/POINT,1,WORKPLANE
        MOVE/CLEARPLANE
        HIT/BASIC,NORMAL,<33.699,8,-22.514>,<0,-1,0>,<33.694,8.015,-
22.514>,USE THEO=YES
        ENDMEAS/
        DIM DIST11= 2D DISTANCE FROM POINT PNT6 TO PLANE PLN6 PAR TO
YAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX  NOMINAL    +TOL    -TOL    MEAS    DEV    OUTTOL
        M   8.000    0.040    0.000    8.022    0.022    0.000 ---#----
        MOVE/POINT,NORMAL,<33.699,3.960,-22.514>
        MOVE/POINT,NORMAL,<33.699,3.960,-22.514>
        PLN8    =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
        THEO/<29.087,7.479,-40>,<0,0,-1>
        ACTL/<29.088,7.478,-40.02>,<-0.000093,0.0001321,-1>
        MEAS/PLANE,5
        MOVE/CLEARPLANE
        HIT/BASIC,NORMAL,<2.695,5.037,-40>,<0,0,-1>,<2.697,5.035,-40.017>,USE
THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<2.199,14.502,-40>,<0,0,-1>,<2.201,14.5,-40.017>,USE
THEO=YES
        MOVE/POINT,NORMAL,<2.199,14.502,-41.500>
        HIT/BASIC,NORMAL,<29.443,1.153,-40>,<0,0,-1>,<29.444,1.151,-
40.022>,USE THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<55.678,2.56,-40>,<0,0,-1>,<55.68,2.56,-40.023>,USE
THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<55.419,14.145,-40>,<0,0,-1>,<55.419,14.145,-
40.022>,USE THEO=YES
        ENDMEAS/
        DIM DIST12= 2D DISTANCE FROM PLANE PLN8 TO PLANE PLN5 PAR TO
ZAXIS,NO_RADIUS UNITS=MM,$
        GRAPH=OFF TEXT=OFF MULT=10.00 OUTPUT=BOTH
        AX  NOMINAL    +TOL    -TOL    MEAS    DEV    OUTTOL
        M   40.000    0.050    0.000    40.019    0.019    0.000 ---#----
        WORKPLANE/YPLUS
        DATDEF/FEATURE=PLN8,B
        FCFPARL2 =PARALLELISM : PLN3
        FEATCTRLFRAME/SHOWPARAMS=YES,SHOWEXPANDED=YES
    
```

CADGRAPH=OFF,REPORTGRAPH=OFF,TEXT=OFF,MULT=10.00,ARROWDENSITY=10
0,OUTPUT=BOTH,UNITS=MM

STANDARDTYPE=ASME_Y14_5

DIMENSION/PARALLELISM,0.05,<PZ>,<type>,<len>,<wid>,B,<dat>,<dat>

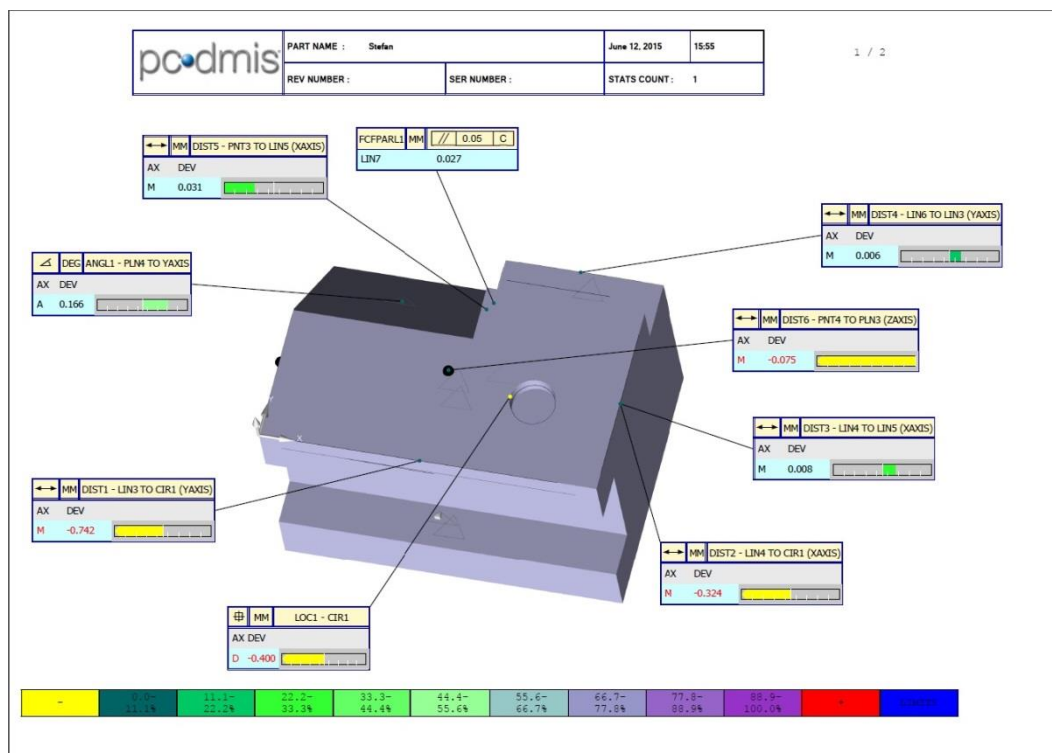
NOTE/FCFPARL2

FEATURES/PLN3,,

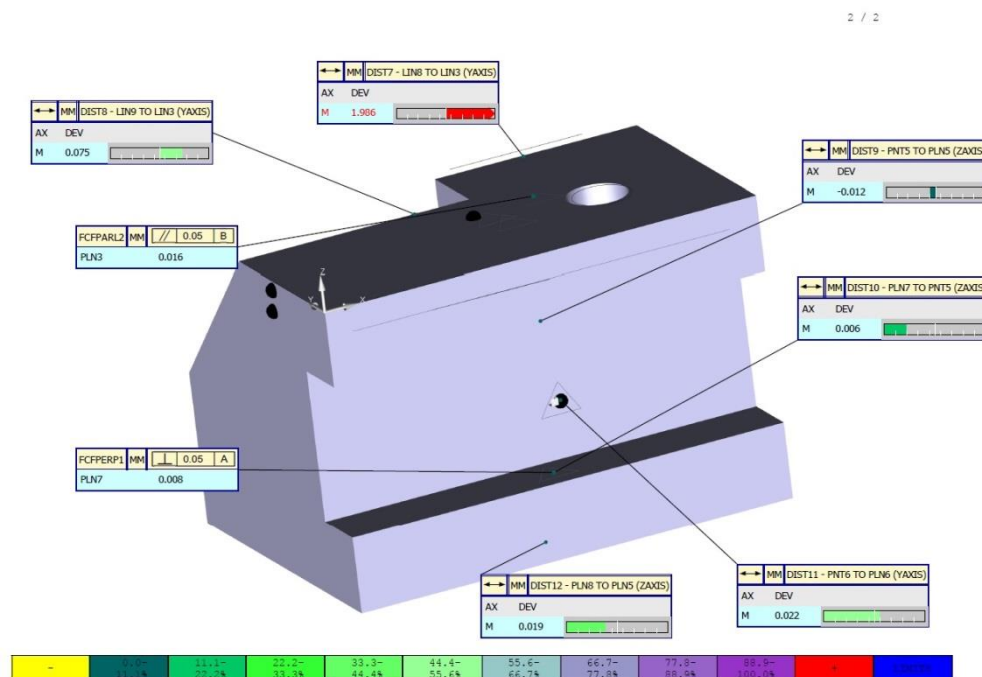
MOVE/POINT,NORMAL,<56.793,-32.818,-41.618>

MOVE/POINT,NORMAL,<56.917,-33.637,284.652>

Након извршавања парт програма као резултат добијамо извештај који је приказан на сликама 18а и 18б.



Слика 18а - Извештај



Слика 186 - Извештај

5. Закључак

DEA GLOBAL silver координатна мерна машина увела је револуцију у свету метрологије. Она нам омогућава много брже и једноставније мерење. На њену прецизност и поузданост у мерењу не утичу спољашњи фактори.

Коришћењем PC-DMIS-а се веома лако прикупљају и анализирају подаци. Он омогућава корисницима да постигну најбоље перформансе скенирања на једноставан и ефикасан начин. PC-DMIS поседује библиотеку функција и рутина које олакшавају аутоматско мерење делова.

Захваљујући координатној мерној машини DEA GLOBAL silver као и софтверском пакету PC-DMIS данас можемо са великом прецизношћу измерити и извршити проверу било ког задатог дела. Овакве машине и софтверски пакети су веома корисни у процесу производње јер нам омогућавају да делови који имају грешку већу од дозвољене не оду у даљи процес производње.

На основу добијених резултата, извештаја и дијаграма у нашем случају јасно се може уочити да постоје већа одступања од дозвољених. До грешака је дошло у процесу производње и самим тим овај део није прошао контролу квалитета.

6. Литература

- [1] Hexagon Metrology, PC-DMIS CMM Manual, 2012.
- [2] Hexagon Metrology, PC-DMIS Core Manual, 2012.
- [3] Др М. Лазић, Основи метрологије, Универзитет “Светозар Марковић”, Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1987.
- [4] Mitutoyo America Corporation, Probes for coordinate measuring machines, Aurora IL, 2010
- [5] Nikon metrology, Coordinate measuring machines, 2016
- [6] Novacam Technologies, Coordinate measuring machines, Portable measuring machines, 2016
- [7] Проф. др Предраг Поповић, Основи стандардизације и метрологије, Универзитет Сингидунум, Београд, 2011.
- [8] Wenzel, History of CMM, United Kingdom, 2016
- [9] Wilcox Associates, PC-DMIS Reference manual, 2008