

**Факултет инжењерских наука
Универзитета у Крагујевцу**



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Мастер академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: СИМ системи

Број индекса: 379/2011

Владимир Д. Ђорић

**Контрола квалитета уз помоћ мерне
координатне машине и софтверског
пакета PC-DMIS-a**

Мастер рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Проф. Др Миладин Стефановић
2. _____
3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овога рада кандидат треба да:

Представи мерење геометриских величина и толеранције облика, положаја и грешака при самом испитивању призматичног облика, *GD&T* (кружности, цилиндричности, концентричности). Такође је потребно дати опис координатне мерне машине *DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition (CMM машине)*.

Препоручена литература:

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

Крагујевац, _____ године

ментор:

Проф. Др Миладин Стефановић

Контрола квалитета уз помоћ мерне координатне машине и софтверског пакета PS-DMIS-a

Quality controlling with measurment machine and software package PC-DMIS

Владимир Ђорић, Факултет инжењерских наука у Крагујевцу, Сестре Јањић 6

Резиме: У овом раду представићу мерења геометријских величина и толеранције облика, положаја и грешака при самом испитивању призматичног облика, GD&T (кружности, цилиндричности, концентричности итд). Такође је дат опис машине за мерење којом је мерен приказани део, координатна мерна машина DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition (CMM машина).

Кључне речи: кружност, цилиндричност, концентричност, GD&T

Abstract: This paper introduce measurement geometrical tolerances on shape, position, and errors in the testing prismatic shape GD&T (circularity, cylindricity and concentricity, etc.). Its also presented measuring machines mentioned tolerances with coordinate machine DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition (CMM machine).

Keywords: circularity, cylindricity, concentricity, GD&T (Generalization Distribution Table)

САДРЖАЈ

1.0	Увод.....	7
2.0	DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition.....	9
2.1	Ергономија и интуиција.....	12
2.2	Фиксни и индексирани носачи сонди (сензор са мерним пипком и ласерски скенери).....	12
2.2.1	LSP-X5 фиксни 3Д сензори.....	12
2.2.2	LSP-X3c 3Д носач за скенирање.....	13
2.2.3	LSP-x1c.....	13
2.2.4	TESASTAR-m i TESASTAR-cm.....	14
2.2.5	Сензори TESASTAR-p i TESASTAR-mp.....	14
2.2.6	LSP-X1 - сензор за скенирање.....	15
2.2.7	CMS-106 ласерски сензор.....	15
2.3	Носећа структура DEA GLOBAL Silver-a.....	16
3.0	PC-DMIS.....	17
3.1	Ознаћавање облика и положаја толеранција.....	20
4.0	Покретање CMM машине.....	22
4.1	Креирање новог парт програма.....	24
4.2	Дефинисање мерног пипка.....	25
4.3	Калибрација мерних пипака.....	26
4.4	Подешавање погледа.....	30
4.5	Мерење дела.....	31
4.6	Скалирање слике у прозору графичког приказа.....	34
4.7	Креирање референтног координатног система (alignment).....	35
4.8	Подешавање преференција.....	36
4.8.1	Рад у аутоматском ДЦЦ моду.....	36
4.8.2	Прорачунавање брзине кретања.....	37
4.8.3	Подешавање сигурносне равни.....	38
4.9	Додавање коментара.....	39
5.0	Мерење додатних отвора праћењем техничке документације.....	40
5.1	Креирање цилиндра.....	42
5.2	Креирање кружнице.....	45
5.3	Креирање равни.....	47
5.4	Креирање тачке.....	48
6.0	Конструисање нових равни помоћу постојећих.....	49
7.0	Парт програм.....	54

8.0	Маркирање ставки за извршење парт програма и показивање путање кретања машине.....	59
9.0	Подешавање репорт излаза.....	62
10.0	Закључак.....	98
11.0	Литература.....	99

1.0 Увод

Развој науке и техничко технолошки процес у развоју нових квалитетнијих производа захтевају и нови развој метода и техника контроле квалитета односно развој метрологије као посебне научне дисциплине.

Развој метрологије је основна претпоставка метролошког обезбеђења производње, како у фази развоја нових програма и производа, тако и у фази анализе и обезбеђивања квалитета постојећих технолошких решења.

Различите индустријске гране користе исте физичке величине (дужина, маса, сила, време, притисак итд.). Потреба рационализације поступака идентификације истих физичких величина довела је до разраде јединствених метода мерења и развоја метрологије као посебне научне дисциплине.

Метрологија потиче од грчке речи **метрон** - мерење и **логос** - наука. Метрологија је наука о мерењу. Она се бави мерним јединицама и њиховим еталонима, мерилима и мерењима и обухвата све теоријске и практичне проблеме који се односе на мерења без обзира на њихову тачност. Метрологија такође обухвата одређивање физичких константи и својства материјала и материје. Метрологија се може посматрати и у зависности од физичке величине коју разматра, као метрологија дужине, метрологија времена, метрологија температуре и слично, или према области примене, као техничка метрологија, астрономска метрологија, медицинска метрологија.

Почеци метрологије дотирају још у 18. веку, односно за период око француске револуције која је дала значајан подстрек њеном развоју. Наиме у том периоду зачала се идеја о стварању децималног метарског система и о усвајању дефиниције за јединицу дужине - **метар**. Након потписивања **Међународне метарске конвенције** 20. маја 1875. године у Паризу, којој су током времена приступиле скоро све развијене земље, метрологија се као наука од општег интереса убрзано развијала. [1]

У овом раду је приказано мерење помоћу *CMM* координатне мерне машине *DEA GLOBAL B071007 Performance Silver Edition*, која се користи за мерење и контролу квалитета делова применом софтверског пакета *PC-DMIS*-а.

Машина је инсталирана у Hexagon-овом Демо центру који се налази на Факултету инжењерских наука у Крагујевцу.

2.0 DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition

DEA координатне мерне машине *CMM* су направиле револуцију у метрологији средином прошлог века. *DEA* је прва компанија која је развила технологију *CMM* машина. Фирма је основана 1963 године, док је прва машина пуштена у рад 1964. у погонима фаврике ФИАТ у Торину. Већ постојећи патенти су касније примениле и друге компаније које су се бавиле метрологијом.

DEA Global Silver има могућност скенирања, са оптичким сензорима или сензорима са додиром, са могућношћу монтаже активних и пасивних носача сонди, за највеће перформансе у мерној соби или у производној хали (слика 1).



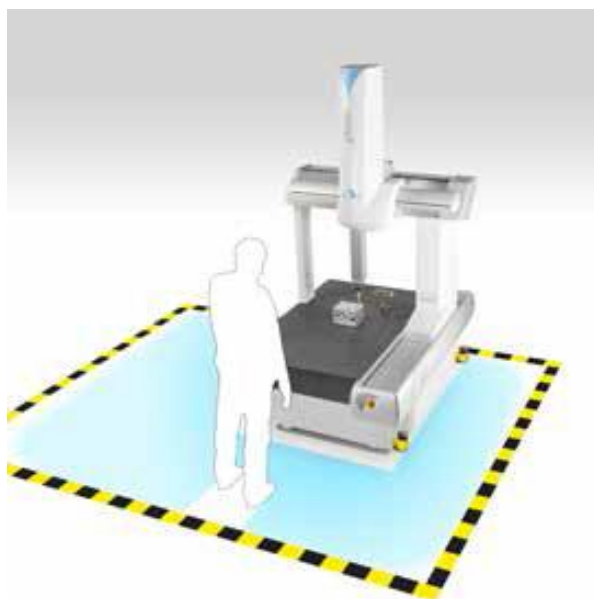
Слика 1. *DEA GLOBAL B 071007 Performance Silver Edition*.

Скенирање делова је једноставније са софтвером *PC-DMIS Adaptive Scanning*-ом који омогућава најбоље перформансе скенирања. Једноставно се унесу толеранције облика радног комада а сам софтвер одради остало. *PC-DMIS Adaptive Scanning* подешава оптималне параметре скенирања чак и код комплексних мерања делова и склопова направљених од материјала различитих карактеристика рефлексије. Све то се бележи у креираном парт програму који се креира при датом мерењу.

DEA GLOBAL машина врши прецизну контролу квалитета делова у ауто индустрији, авио аидустрији, користи се за контролу у електроници и многим другим гранама индустрије.

DEA GLOBAL Silver има могућност инсталације и ***Safety-Kit*** модула који обезбеђује безбедан рад оператера. Сам систем контролише две различите области:

1. успорава машину када неко приђе дефинисаној заштићеној зони и аутоматски се враћа у редован режим рада чим је заштићена зона поново слободна (без интервенције оператера).
2. Исто тако се и зауставља када неко уђе у заштићену зону (слика 2).



Слика 2. *Safety-Kit laser* (поље сигурности рада машине).

Перформансе *DEA GLOBAL Silver*-а обезбеђују мерење у температурном опсегу од 15 до 30°C. Мрежа температурних сензора детектује температуре на свим елементима мерне машине (радни сто, носаче Y i Z осе и на свакој траци носача енкодера) и радног комада. Структура температурног алгоритма компезује дилактације мерне машине као предмета који се мери које су узроковане променом температуре.

Као додатак машина има SF-додатну заштиту од прљавштине и прашине гуменом заштитом на X и Y оси. Ту су и различите опције на располагању како би обезбедиле рад и у најзахтевнијим радним условима. Ту спадају пасивни пригушивачи вибрација како би заштитили мерни систем од вибрација. За заштиту електронских уређаја PC-а и периферних уређаја машина може бити опремљена и електричним орманом.

DEA GLOBAL Silver се контролишеса *Universal JogBox*-ом (UJB) који је дизајниран тако да може поднети ригорозне радне услове и може поднети велику отпорност на ударе и падове (слика 3).



Слика 3. Управљачка јединица JogBox (UJB).

2.1 Ергономија и интуиција

Савремени ергономски дизајн, инулативном екрану у боји осетљивом на додир (*UJB*) је флексибилан (могућност прикључивања на већи број различитих контролера и рад са већим бројем метролошких софтвера). Јасне иконице на екрану *UJB*-а је чине погодним алатом на многим језицима. *PC-DMIS* софтвер преко *bluetooth*-а (бежичне мреже) омогућава директну комуникацију чиме је знатно смањено директно коришћење *PC*-а. Кретање између машине знатно смањено и радни простор значајно оптимизиран. *LogBox* има 3.5" екран у боји осетљив на додир, за леворуке и десноруке оператере, отворана архитектура *firmware*-а (рачунарског програма) који омогућује велику флексибилност.

2.2 Фиксни и индексирани носачи сонди(сензор са мерним пипком и ласерски скенери)

Различити радни комади се могу скенитрати и мерити додиром директно у радном простору великом брзином захваљујући великом избору мерних пипака. Неки од њих су:

- 2.2.1 Мерни пипак *LSP-X5* фиксни 3D сензор компаније *LEITZ*. Има екстремно дуге наставке до 500мм и 500г тежине. Обезбеђује детекцију колизије као и додатну заштиту сензора. Савршен је алат за контролу високо прецизних делова комплексне геометрије (слика 4).



Слика 4. *LSP-X5* фиксни 3D носач.

2.2.2 Мерни пипак *LSP-X3c* - је изузетно прецизан и компактан 3D носач за скенирање. Могу се користити додаци сонди дужине до 360мм и различити мерни пипци (слика 5).



Слика 5. *LSP-X3c*.

2.2.3 Мерни пипак *LSP-x1c* - Омогућава флексибилна и прецизна мерења са веома великим бројем апликација. Подржава све стандардне сонде од *Single Point Probing*-а па све до високо брзинских скенирања и брза мерења профила (слика 6).



Слика 6.: *LSP-x1c*.

2.2.4 *TESASTAR-m* i *TESASTAR-sm* - су индексбилне моторизоване мерне главе, носачи сензора са могућношћу ротације 2 зглоба (А и Б) са кораком од 5 степена. Ротацијом 2 зглоба мерне главе омогућено нам је мерење у 2952 позиција (слика 7).



Слика 7. *TESASTAR-m* мерна глава.

2.2.5 Сензори *TESASTAR-p* i *TESASTAR-mp* - Имају четири осетљивости додир: мали, стандардни, средњи и високи. *TESASTAR-mp* се састоји од два дела: тела и модула за стезање мерног пипка. Модули могу брзо да се измењују, ручно или аутоматски помоћу носача сензора, без потребе за поновном калибрацијом (слика 8).



Слика 8. Сонда са мерним пипком *TESASTAR-mp*.

2.2.6 *LSP-X1* - је сензор за скенирање, компатабилан са индексибилним носачем сензора као што је *TESASTAR-m*. Нуди могућност мерења појединачних тачака као и континуалног скенирања (слика 9).



Слика 9. *LSP-X1* 3D сонда.

2.2.7 *CMS-106* ласерски сензор је веома прецизан потпуно аутоматизован који има следеће карактеристике: три нивоа густине распореда тачака мерења (7640 тачака по линији) и са три дужине ласерског зрака (24мм, 60мм, 124мм), аутоматско у реалном времену подешавање снаге ласера. Обезбеђује више мерних података у веома кратком временском периоду. Поуздан је и са поновљивим резултатима са дозвољеним углом мерења $\pm 60^\circ$ и на обрађеним површинама. Може скенирати готово све површине и материјале (слика 10).



Слика 10.: *CMS-106* ласерски сензор.

2.3 Носећа структура *DEA GLOBAL Silver-a*

Као једна од најпоузданијих и најпрактичнијих машина *DEA Global Silver* има стабилну носећу структуру израђену од алуминијума високих перформанси. Сам носач тачније троугласти попречни пресек греде даје велику крутост и стабилност доказаних перформанси.

Стуб Z осе, израђен од Алуминијумске легуре на бази од силицијум-карбида који је накнадно превучен, оптимизован за дугачке наставке и носаче мерних сонди.

Постоље на коме се постављају делови је од гранита, подноси све вибрације и израђен је из једног комада са вођицама у облику ластиног репа за највећу прецизност и поновљивост.

Структурна температурна компензација омогућава да се одрже оптималне мерне перформансе у широком температурном опсегу од 16-26°C. За пригушење вибрација са различитим крутостима користи се систем Еластомер.

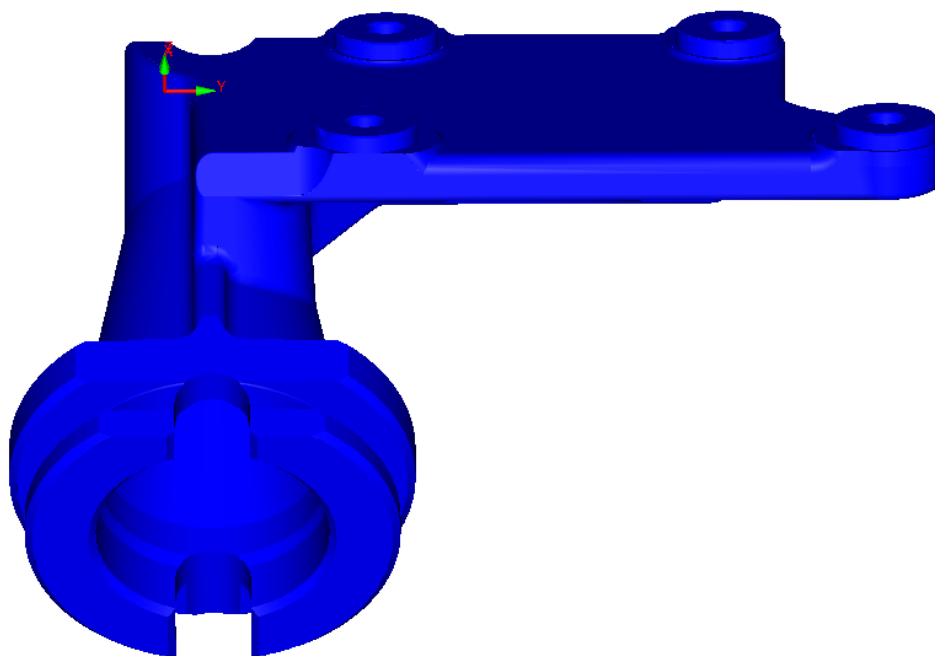
Маса погонског мотора на крајевима машине је смањена што омогућава већу брзину мерења. Загревање еластомера машине у раду не утиче на прецизност мерења. Ваздушни јастуци су монтирани прецизно на обрађеним вођицама за оптималне мерне поновљивости. *Bellewille* опруге обезбеђују константну силу на целом ходу машине. Погон преко зубчастих каишева са елипсастим профилем зуба смањује вибрације машине чак и при великим брзинама. Кретање *DEA Global Silver* машине по осама је у опсегу X-700, Y-1000, Z-700.

3.0 PC-DMIS

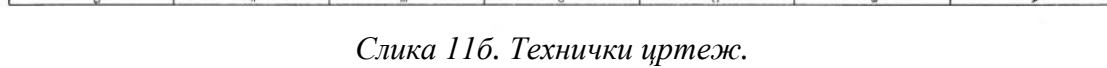
PC-DMIS је софтверски пакет који је развијен пре више од двадесет година са циљем интегрисања операција конструисања, производње и контроле у један систем. Филозофија која је коришћена приликом развоја овог софтвера је базирана на једноставном принципу који гласи: ако се производ развија коришћењем *CAD* технологије онда се он мора контролисати коришћењем *CAD* модела. Данас је та филозофија проширена како би се добила решења за све процесе димензионалних мерења. Коришћењем *PC-DMIS*-а се веома лако прикупљају и анализирају подаци, који проистичу директно из процеса производње и конвертују се у информације које се могу користити за корективне активности а на крају се као резултат добија побољшање процеса производње.

У овом раду је приказан кратак опис рада са *PC-DMIS* софтвером и координатном мерном машином (*CMM*). Сврха овог рада је упознавање са основним функцијама софтвера и током рада. Такође, детаљно је описан пример мерења са свим етапама кроз које је неопходно проћи како би се на крају добио мерни протокол, односно извештај са мерења који је главни излаз из процеса контроле. Објашњене су све етапе које обухватају креирање новог парт програма, дефинисање сензора, калибрација сензора, дефинисање погледа, постављање одговарајућих координатних система, мерење секвенци, подешавање преференци, додавање коментара, конструисање одређених секвенци на делу, димензионисање и на крају извршење парт програма, штампање извештаја и његова анализа.

Виће описан процес израде парт програма за мерење дела коришћењем *SMM* у *on-line* режиму (режим у коме приликом програмирања постоји директна веза између *SMM* и софтвера). При том ће бити искоришћен реални машински део за који се поседује *CAD* модел и одговарајући технички цртеж (слика 11а,11б). Важно је нагласити да у колико се програмирање ради у *of-line* режиму (у коме нема директне везе *SMM* и софтвера) кораци који се при томе користе одговарају корацима који се користе у *on-line* режиму са само једном разликом, а то је да се у *of-line* режиму уместо директног узимања тачака са дела уместо мерног пипка *SMM* користи лево дугме миша којим се по *CAD* моделу врши избор на жељеним местима.



Слика11а.:*CAD* модел.



3.1. Означавање толеранција облика и положаја

Приликом израде програма на основу датог цртежа представљене су толеранције које су дате на истом а то су толеранције облика и положаја.

1. Толеранције облика су: правост, равност, кружност, цилиндричност, облик линије, облик површине (слика 12).

Vrsta tolerancije	Osobina koja se toleriše	Simbol
Tolerancije oblika	Pravost	—
	Ravnost	
	Kružnost	
	Cilindričnost	
	Oblik linije	
	Oblik površine	

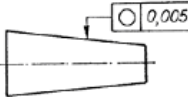
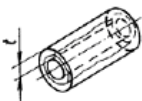
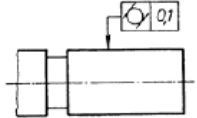
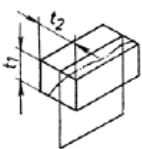
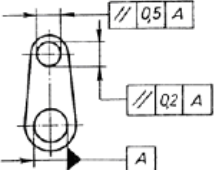
Слика 12. Толеранције облика.[4]

2. Толеранције положаја: толеранције правца, толеранције места, толеранције тачности обртања (слика 13).

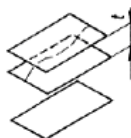
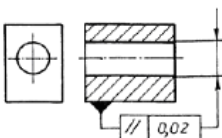
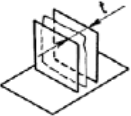
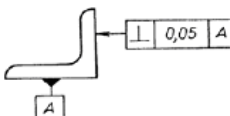
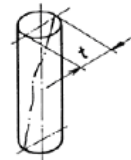
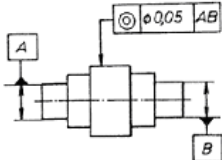
Vrsta tolerancije		Osobina koja se toleriše	Simbol
Tolerancije položaja	Tolerancije pravca	Paralelnost	
		Upravnost	
		Ugao nagiba	
	Tolerancije mesta	Lokacija	
		Koncentričnost i koaksijalnost	
		Simetričnost	
	Tolerancije tačnosti obrtanja	Kružnost obrtanja	
		Ravnost obrtanja	

Слика 13. Толеранције положаја.[4]

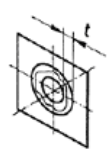
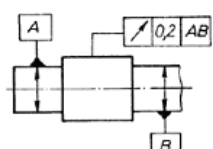
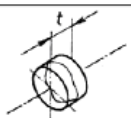
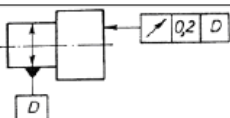
Означавање неких од толеранција дато је на следећим сликама:

Tolerancijska zona	Primer označavanja	Objašnjenje
		U svakom poprečnom preseku tolerisana obimna linija mora ležati u kružnom prstenu širine $t=0,005$ mm.
		Tolerisana površina mora ležati između dva koaksijalna cilindra radijalnog rastojanja $t=0,1$ mm.
		Tolerisana osa mora ležati unutar kvadra preseka $t_1 \times t_2 = 0,2 \times 0,5$ mm paralelnog sa referentnom osom A.

Слика 14. Пример означавања 1.[4]

Tolerancijska zona	Primer označavanja	Objašnjenje
		Tolerisana osa mora ležati između dveju ravni razmaka $t=0,02$ mm, paralelnih u odnosu na referentnu ravan.
		Tolerisana površina mora ležati između dveju paralelnih ravni razmaka $t=0,05$ mm, upravnih na referentnu površinu A.
		Tolerisana osa mora ležati unutar cilindra prečnika $t=0,05$ mm, koaksijalnog sa referentnom osom AB.

Слика 15. Пример означавања 2.[4]

Tolerancijska zona	Primer označavanja	Objašnjenje
		Pri obrtanju oko referentne ose AB, odstupanje od kružnosti obrtanja, u svakoj upravnoj ravni, ne sme da prelazi $t=0,2$ mm.
		Pri obrtanju oko referentne ose D, odstupanje od ravnosti obrtanja, u svakom mernom cilindru, ne sme da prelazi $t=0,2$ mm.

Слика 16. Пример означавања 3.[4]

4.0. Покретање СММ машине

Процедура покретања СММ-а се састоји од неколико корака:

1. Укључује се довод ваздуха на СММ. Зависно од модела машине, може бити велики ротациони прекидач, *on/of* прекидач и сл.
2. Укључује се контролер. На *Jogbox*-у ће треперети иконица за стање СММ-а  (слика 17). Иконица на *Jogbox*-у ће треперети приближно један минут. Након тога иконица добија сиву боју, то има значење да се успешно инсталирао оперативни систем контролера.
3. Укључује компјутер и све његове периферије.



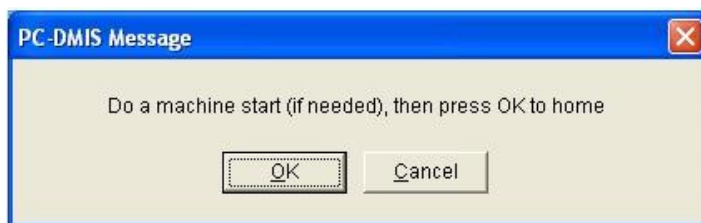
Слика 17. *Jogbox* и главни екран *Jogbox*-а.

4. Покренути *PC-DMIS on-line* дуплим кликом на *ON-LINE* икону (слика 18) на *PC-DMIS* програмској групи.



Слика 18. *ON-LINE* иконица.

5. Нулирати (HOME) CMM. По покретању PC-DMIS-а отвара се прозор (слика19) са поруком:



Слика 19. Прозор са захтевом за нулирањем.

- Притиснути дугме S за стартовање CMM-а на Jogbox-у, након чега иконица статуса система  на Jogbox-у мења боју у зелено.
- CMM се мора "нулирати" (HOME) јер без нулирања нису подешени параметри машине (границе оса, брзине оса, итд.). Проверити да нема неке препреке између тренутне позиције и позиције нуле система, уколико постоји препрека потребно је уклонити или померити сензор машине тако да у процесу нулирања машине не дође до судара. Притиснути OK на поменутом прозору. CMM ће полако путовати од тренутне позиције ка позицији нуле свих оса (слика 20).

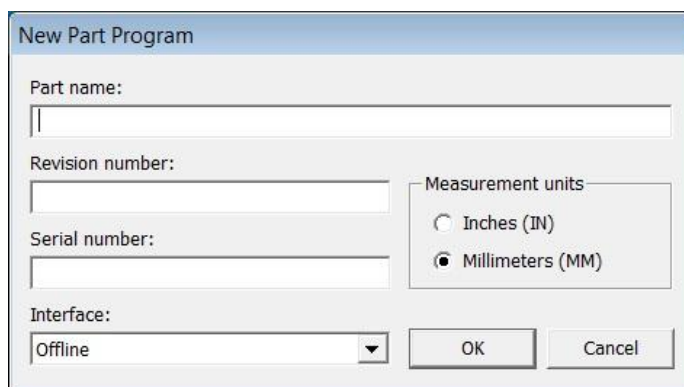


Слика 20. CMM после нулирања.

4.1. Креирање новог парт програма

Да би се креирао нови парт програм потребно је:

1. После нулирања *CMM*-а аутоматски се отвара прозор за нови парт програм (слика 21). У колико се тај прозор не отвори, отвоара се мени **File**→**New** или се то врши комбинацијом тастера **Ctrl+N**.



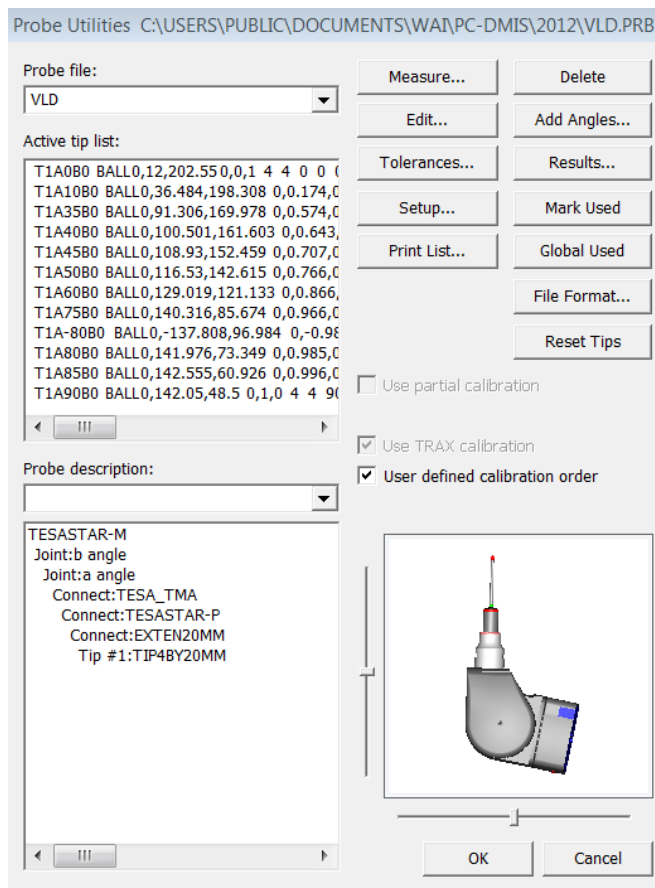
Слика 21. Прозор за нови парт програм.

2. У пољу **Part name** уноси се име програма.
3. Уписује се **Serial number** и **Revision number**.
4. Одређују се јединице мерења (у овом случају у **мм**).
5. Одабира се **ON-LINE** у падајућем менију за **interface**.
6. Избором **OK**, *PC-DMIS* је направио нови парт програм.

По отварању новог парт програма отвара се главни интерфејс *PC-DMIS* програма и након тога се аутоматски отвара прозор са избором сензора за мерење (*ProbeUtilities*).

4.2. Дефинисање мерног пипка

До активирања дијалога за дефинисање мерног пипка **Probe Utilities**, (слика 22) долази се тако што се у менију изабере **Incert-Hardware-Probe**, може се изабрати постојећа конфигурација сензора или се може направити нова конфигурација сензора. За дати део који треба измерити користиће се нова конфигурацију сензора неопходних за мерење.



Слика 22. Дијалог за дефинисање сонде (Probe Utilities).

Probe Description зона дијалога за дефинисање сензора омогућава да дефинишем прирубнице, зглобове, мерне главе, сензоре, додатке, продужетке и мерне пипке које ћу користити у парт програму. **Probe Description** падајући мени приказује листу доступних опција.

Да би се дефинисао мерни пипак помоћу дијалога за дефинисање:

1. У пољу **Probe File** уносим назив сензора. При изради следећег парт програма овај сензор ће бити доступан за избор у падајућем менију.
2. Упољу испод **Probe Description** зоне врши се избор "**No probe defined.**"
3. Упољу **Probe Description** бира се падајући мени и бирам компонента сензора из листе по редоследу по којим је сензор конфигурисан на CMM-у.
4. Избором на **OK** по завршетку, дијалог за дефинисање сензора (**ProbeUtilities**) се затвара и PC-DMIS се враћа у графички интерфејс.
5. Проверава се да је конфигурисан сензор приказан као активни у **Settings toolbaru**-у (слика 23).

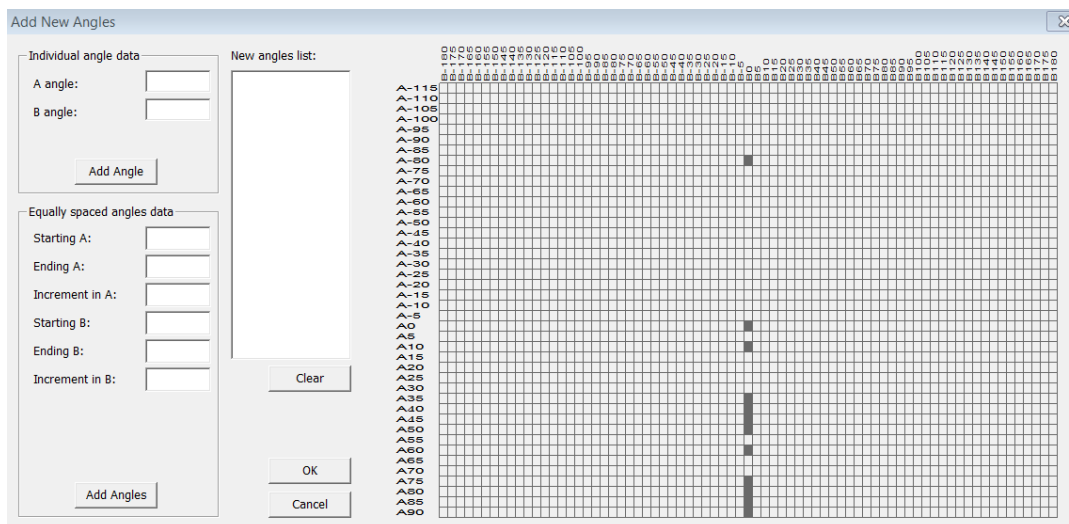


Слика 23. Settings toolbar.

4.3 Калибрација мерних пипака

За почетак калибрације мерних пипака и сонди мора се задати одређени углови које ће бити калибрисани и подешени тек онда када се уради следеће:

1. Из дијалог прозора **ProbeUtilities** бира се опција **Add Angles** где ће се отворити прозор за одабир углова (слика 24).



Слика 24. Add Angles.

Избором помоћу миша на означена поља која представљају одређене углове аутоматски се врши одабир истих. Одабир углова који су коришћени за ово мерење су приказани на претходној слици 22.

- По завршетку одабира углова за мерење у истом дијалог прозору **Probe Utilities** користи се опција **Measure**, где се отвара прозор **Measure Probe** (слика 25).

The screenshot shows the 'Measure Probe' dialog box with the following settings:

- Number of hits: 5
- Prehit / Retract: 2.5
- Move speed (%): 100
- Touch speed (%): 5
- Type of operation: ☒ Calibrate tips, ☐ Calibrate NC-100 artifact, ☐ Calibrate the unit, ☐ Qualification check, ☐ Home the unit, ☐ Calibrate ScanRDV
- Calibration mode: ☒ Default mode, ☐ User defined
 - Number of levels: 2
 - Start Angle: 0
 - End Angle: 90
- Wrist calibration:

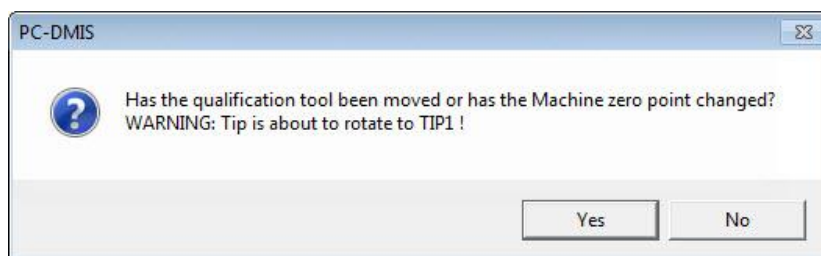
	Start:	End:	Increment:
A:	-140	140	10
B:	-180	180	10
C:	-180	180	10
- ☐ Shank qual, Number shank hits: 4, Shank offset: 5.001
- Parameter sets: Name: [dropdown], Save, Delete
- ☐ Tool mounted on rotary table
- List of available tools: CICCIO SPHERE 0,0,1 14.99 0
- Add Tool..., Delete Tool, Edit Tool...
- ☒ Reset tips to Theo at start of calibration
- Tips to use if none explicitly selected: ☒ All, ☐ Abort execution, ☐ Used in program
- Measure, Cancel

Слика 25. Measure probe.

Дијалог прозор **Measure Probe** омогућава додатна подешавања као што су одабира величине сфере, типа калибрације, мод калибрације, број тачака, брзина кретања, брзину додир с сфере, итд.

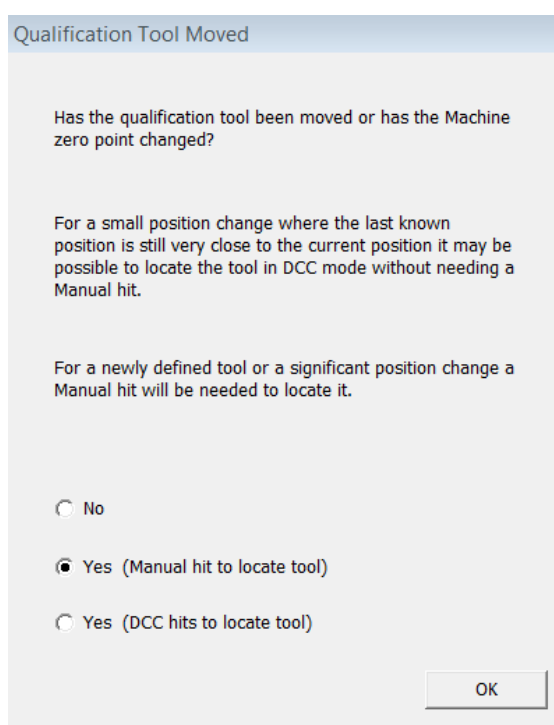
Све опције морају бити дефинисане како би наставио мерење тачније калибрацију задатих углова.

Избором опције **Measure** појављује се следеће обавештење (слика 26).



Слика 26. Померање машине у ротацију типа 1.

Избором на (YES) опције отвара се следећи дијалог прозор (слика 27).

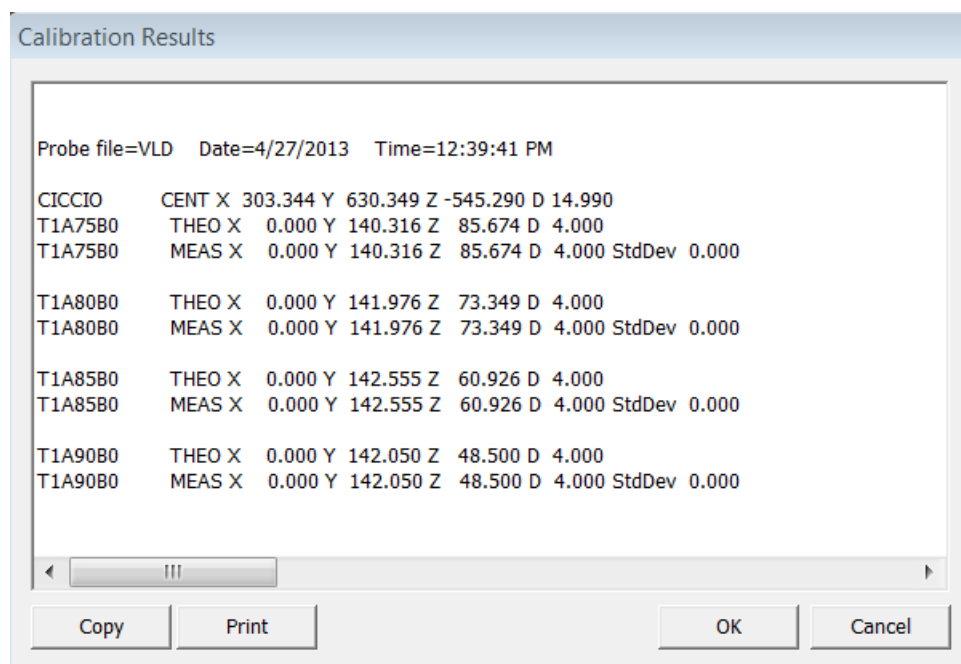


Слика 27. Qualification Tool Moved.

Опцијом опције **YES (Manual hit to locate tool)** појавиће се **Execution Mode Option** где је потребно мануелно узети једну или више тачака на задатој свери. У овом случају користиће се друга опција **YES (DCC hit to locate tool)** где ће машина аутоматски пронаћи изабрану сферу и одрадiti калибрацију задатих углова.

По завршеној калибрацији врши се провера резултата опцијом **Calibration Results** која се налази у дијалог прозору **Probe Utilities** (слика 28).

У овом случају комплетно је извршена калибрација свих задатих углова.



Слика 28.: Calibration Results.

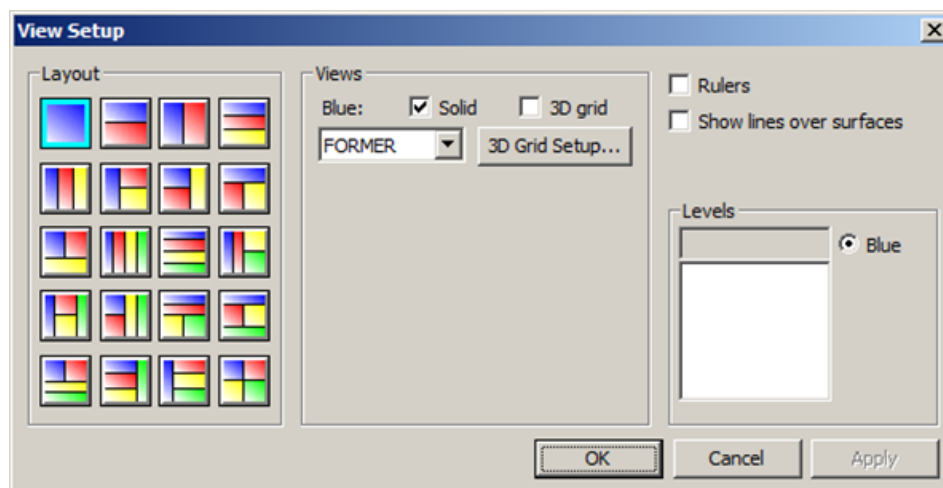
4.4 Подешавање погледа

Подешавање погледа који се приказују у прозору графичког приказа (*Graphics Display Window*) се врши избором иконице **View Setup**  из групе **Graphics Modes toolbar**-а (слика 29).



Слика 29. Graphics Modes toolbar.

1. Из **View Setup** прозора (слика 30), одабира се жељени стил графичког приказа. Приликом израде овог рада користиће се прва иконица (горњи ред, прва са лева) која означава цели прозор .
2. Да би поглед дела који се мери био у Z+ правцу, у падајућем менију се бира Z+ раван.
3. Након тога коришћењем **Apply** дугмета и *PC-DIMS* ће приказати прозор графичког приказа са задатим погледом. Како још није извршено мерење, неће ништа ни бити приказано у графичком приказу.

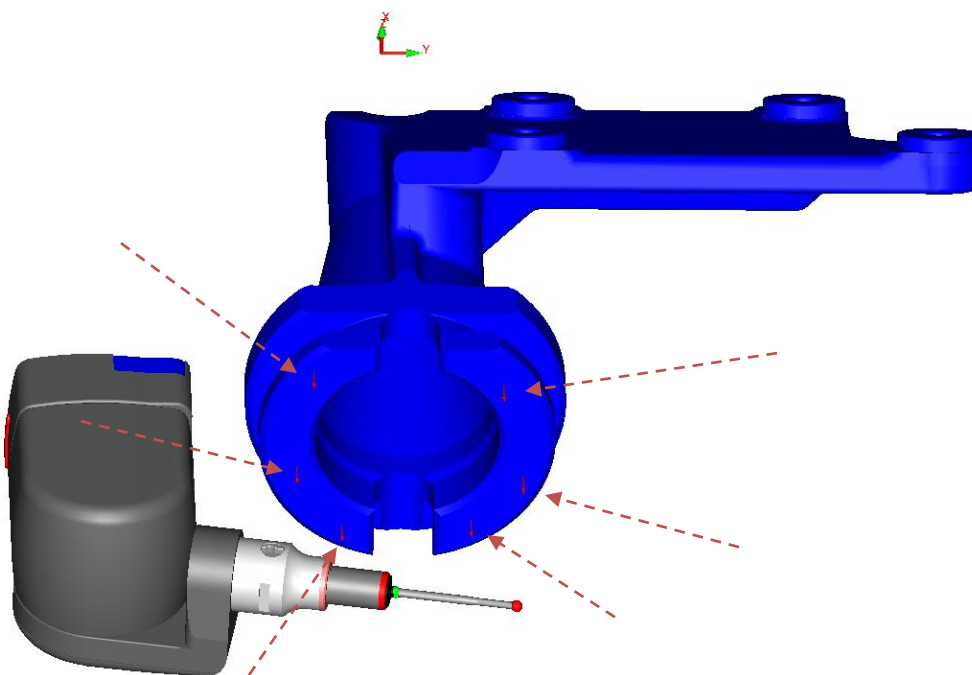


Слика 30. View Setup.

4.5 Мерење дела

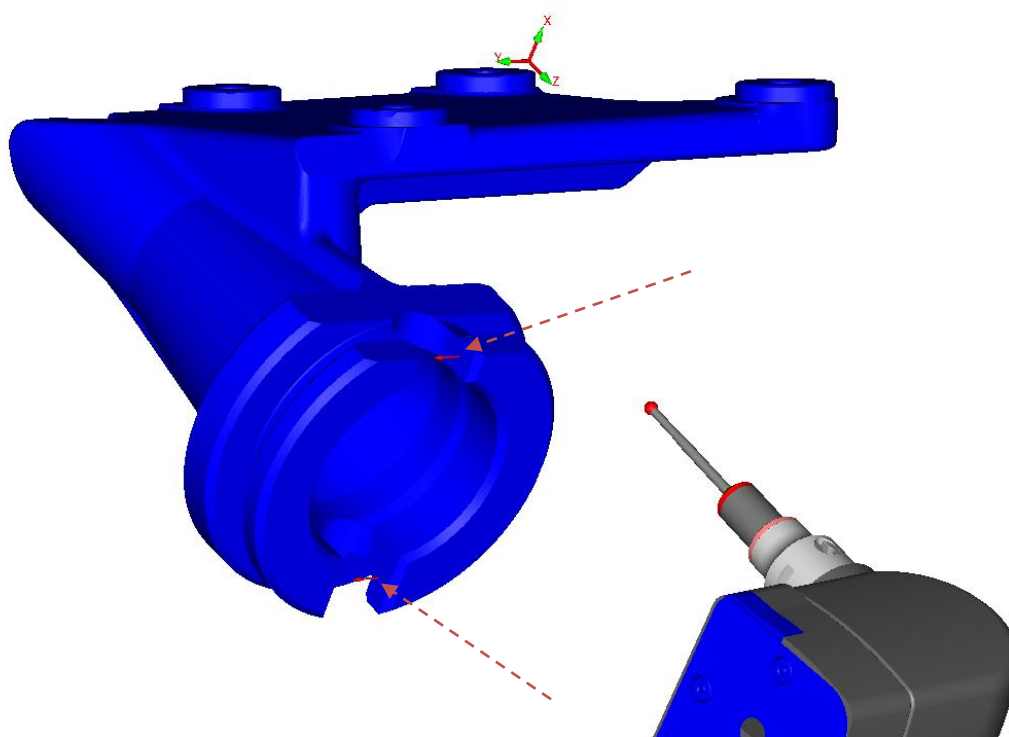
Када је сензор дефинисан и приказан у графичком прозору, може се вршити процес мерења отвора потребних за поравнање (постављање одговарајућег координатног система).

Мерење равни одређује се тако што се из палете алата која је приказана на слици 29 мишом врши избор иконе  која представља мерни пипак за мерење. По одабиру на самом делу прво се креира раван са шест тачака као што је приказано на слици 31 црвеним стрелицама. Тачке треба да образују троугао и да буду што даље једна од друге. После мерења шесте тачаке на *Jogbox*-у избором иконе **ENTER**  *PC-DIMS* ће приказати ID (ознаку) и троугао, који означава мерење равни у прозору графичког приказа.



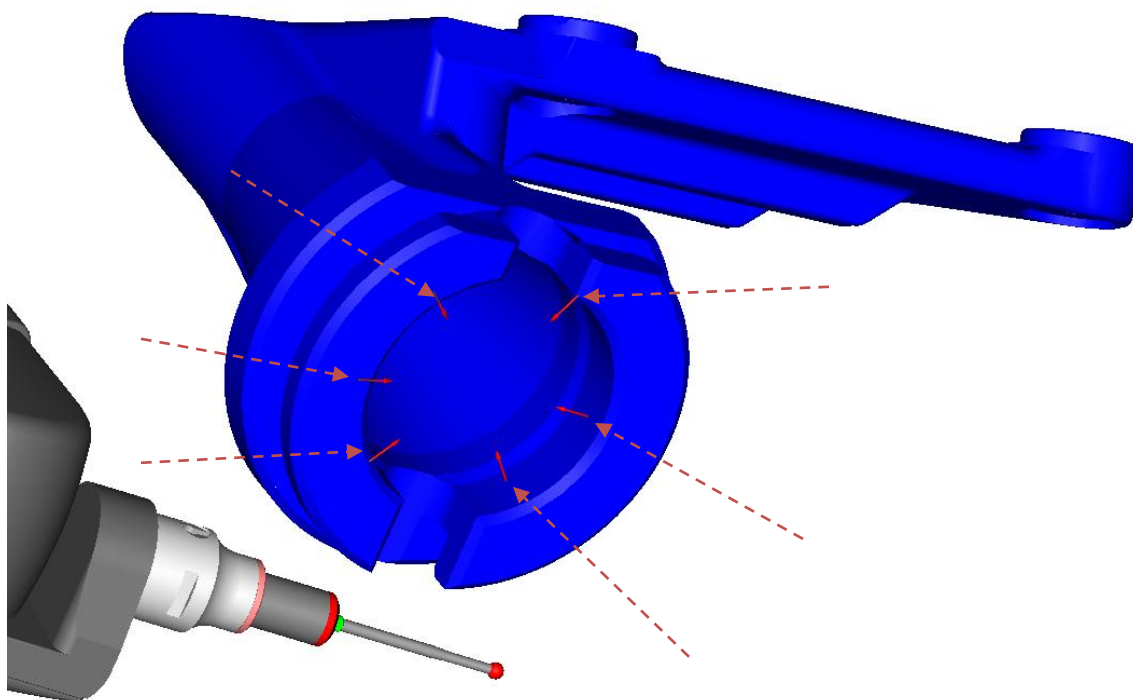
Слика 31. Мерење равни.

Мерење линије - Да би измерио линију потребно је измерити најмање две тачке на унутрашњој бочној површини дела, прва тачка се узима са горње стране дела а другу са доње стране као што је приказано на слици 32. Редослед мерења тачака одређује смер линије која се мери, смер линије је веома битан јер се информација смера линије користи касније при одређивању смера оса референтног координатног система. После мерења друге тачке избором иконе *ENTER*  на *Logbox*-у *PC-DIMS* ће приказати ID (ознаку) и линију која је измерена у прозору графичког приказа.



Слика 32. Мерење линије.

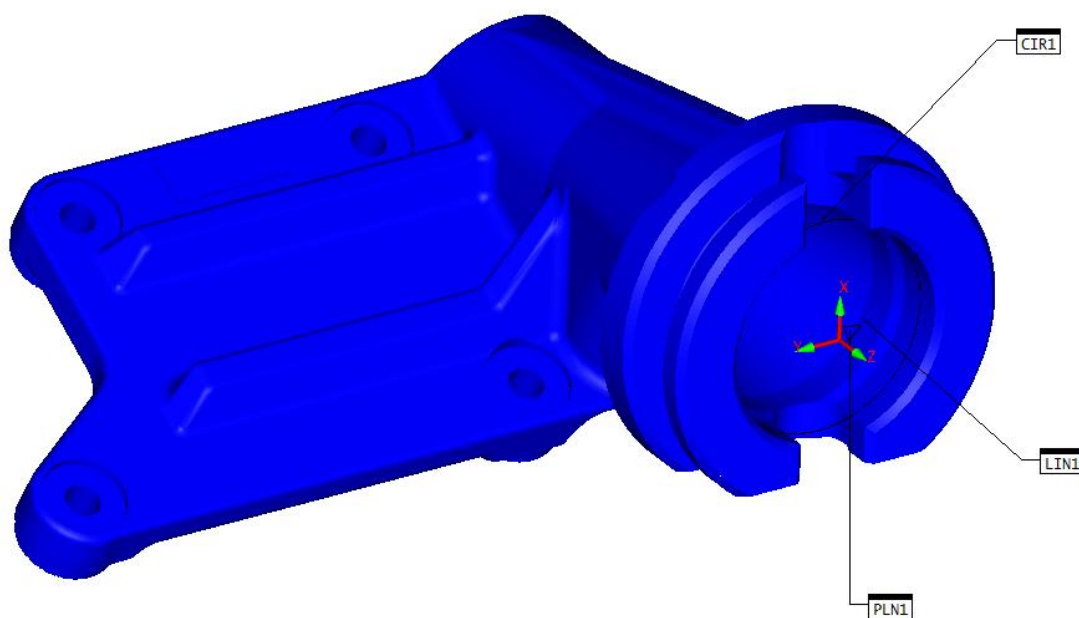
Мерење кружнице се врши померањем сензора до центра кружнице и узимање најмање три тачке на истој раздаљини око кружнице (у овом случају шест тачака), као што је приказано на слици 33. После мерења шесте тачке избором на иконицу *ENTER*  на *Jogbox*-у *PC-DIMS* ће се приказати ID (ознака) кружнице која је измерена у прозору графичког приказа.



Слика 33. Мерење кружнице.

4.6 Скалирање слике у прозору графичког приказа

После мерења три позиције потребне за поравнање (фичера) потребно је изабрати иконицу **Scale to Fit**  из **Graphics Modes toolbar**-а (слика 29), да би се приказали у прозору графичког приказа који су креирани (слика 34).

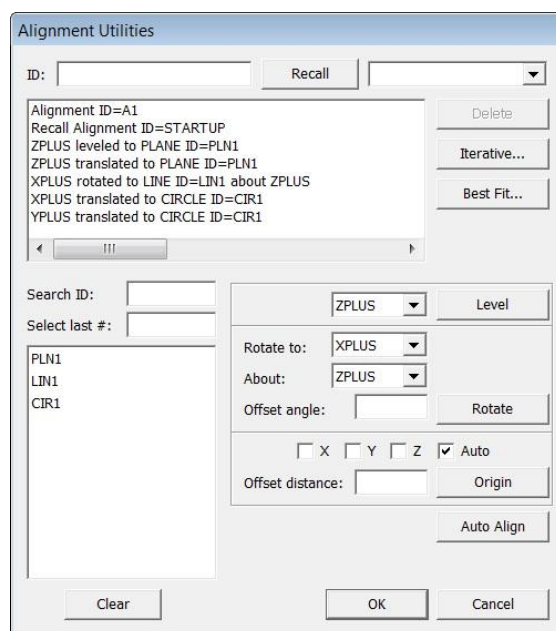


Слика 34. Графички приказ измерених позиција.

7.7 Креирање референтног координатног система (*alignment*)

Овим поступком дефинише се координатни систем тако што се позиционира на место које је дато самом техничком документацијом (дата је у прилогу). Поступак дефинисања координатног система вршим се на следећи начин:

1. Отвори се дијалог прозор **Alignment Utilities** (слика 35) користећи падајући мени **Incert | Alignment | New**.
2. Курсором се изабере **ID** равни (**PLN1**) који је лоциран у листи прозора.
3. Командом **Level**, се одређује орјентација нормалне осе тренутне радне равни.
4. Курсором се изабере **ID** равни (**PLN1**).
5. Изабере се опција **Auto check box**.
6. Избором на команду **Origin** се врши транслација референтног координатног система тако што се једна његова раван (у овом случају **XY** раван) поклапа са измереном равни (**PLN1**).
7. Курсором се изабере **ID** линије (**LIN1**).
8. Избором на команду **Rotate** се врши ротација оса активне равни у односу на правац линије (у овом случају **X** осе).
9. Курсором се изабере **ID** кружнице (**CIR1**).
10. Провери се да ли је **Auto check box** и даље активан, ако није поново се изабере.
11. Избором на команду **Origin** помера се координатни почетак референтног координатног система у центар кружнице (**CIR1**) који је пројектован на раван (**PLN1**).



Слика 35. Alignment Utilities.

Када је креирање референтног координатног система завршено, врши се избор иконе **OK**. У **Alignment** листи на **Edit** прозору биће исписани параметри креираног референтног координатног система.

```
A1  ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
      ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN1
      ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN1
      ALIGNMENT/ROTATE,XPLUS,TO,LIN1,ABOUT,ZPLUS
      ALIGNMENT/TRANS,XAXIS,CIR1
      ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,CIR1
      ALIGNMENT/END
```

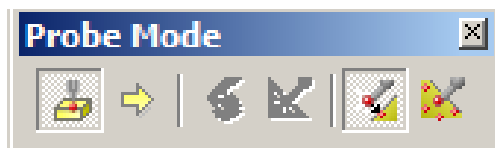
Координатни систем по извршеном програму биће постављен као и на слици 34.

4.8 Подешавање преференција

PC-DIMS омогућава прилагођавање да би се задовољиле специфичне потребе или преференце. Постоји доста доступних опција за прилагођавање које се могу наћи у **Edit | Preferences sub**-менију. Приликом израде овог рада користе се неке од њих.

4.8.1. Рад у аутоматском моду (*DCC-Digital Command Mode*)

Одабирам DCC режим. Ово се може извести одабиром иконице за DCC моде у **Probe Mode toolbar** (слика 36).



Слика 36. *Probe Mode toolbar*.

4.8.2 Подешавање брзине кретања CMM-а

У овом прозору су дате могућности за подешавање разних параметара CMM-а. **Move Speed** опција омогућава измену брзине позиционирања CMM-а између тачака.

1. Да би се подесил параметри отварам **Parameter Settings Dialog box** (слика 37), у падајућем менију користи се **Edit | Preferences | Parameters**.
2. Одабира се **Motion tab**.
3. У **Box**-у за **Move speed** уноси се вредност 100. Ова вредност означава проценат пуне брзине CMM-а.

На основу овог подешавања PC-DIMS ће покретати CMM пуном брзином.

The screenshot shows the 'Measure Probe' dialog box with the 'Motion' tab selected. The settings are as follows:

- Number of hits:** 5
- Prehit / Retract:** 2.5
- Move speed (%):** 100
- Touch speed (%):** 5
- Type of operation:**
 - ☒ Calibrate tips
 - ☐ Calibrate NC-100 artifact
 - ☐ Calibrate the unit
 - ☐ Qualification check
 - ☐ Home the unit
 - ☐ Calibrate ScanRDV
- Calibration mode:**
 - ☒ Default mode
 - Number of levels:** 2
 - Start Angle:** 0
 - End Angle:** 90
 - ☐ User defined
- Wrist calibration:**

	Start:	End:	Increment:
A:	-140	140	10
B:	-180	180	10
C:	-180	180	10

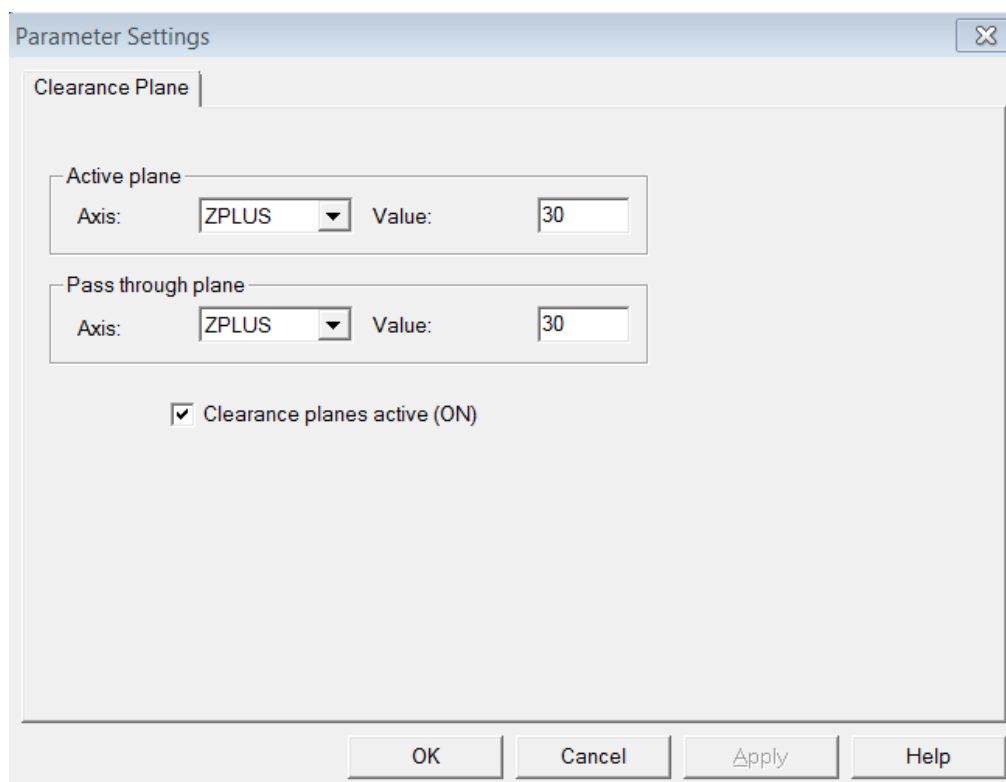
 - ☐ Create new map
 - ☒ Replace closest map
 - View / Delete Maps...**
- Shank qual:**
 - ☐ Shank qual
 - Number shank hits:** 4
 - Shank offset:** 5.001
- Parameter sets:**
 - Name:** [dropdown menu]
 - Save** button
 - Delete** button
- ☐ Tool mounted on rotary table
- ☒ Reset tips to Theo at start of calibration
- List of available tools:** CICCIO SPHERE 0,0,1 14.99 0
- Tips to use if none explicitly selected:**
 - ☒ All
 - ☐ Abort execution
 - ☐ Used in program
- Buttons:** Add Tool..., Delete Tool, Edit Tool..., Measure, Cancel

Слика 37. Parameter Settings Dialog box-Motion tab.

4.8.3 Подешавање сигурносне равни

За подешавања сигурносне равни користе се опције:

1. **Parameter Settings Dialog box**-а (слика 38), у падајућем менију **Edit | Preferences | Parameters**.
2. Изабере се **Clearance Plane tab**.
3. Одабира се **Clearance Plane (ON) check box**.
4. У падајућем менију за **Active Plane** одабира се **Z+** раван.
5. Одабира се нумеричка вредност **Active Plane**.
6. Уноси се вредност 30. Ово подешавање ће направити сигурносну раван која се налази на 30 мм у односу на **XY** раван референтног координатног система.
7. Затим се бира **Apply** а потом **OK** икона. Дијалог се затвара и **PC-DMIS** бележи измене сигурносне равни у **Edit** прозору.

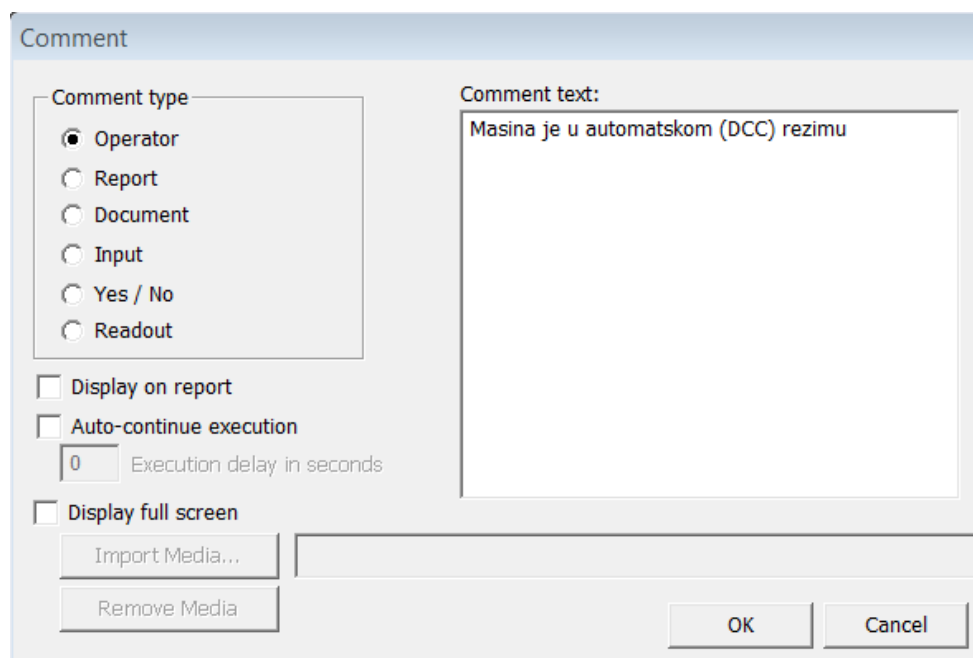


Слика 38. Parameter Settings Dialog box—Clearance Plane tab.

4.9 Додавање коментара

Да би додао коментар који ће дати одређену информацију у току извршења парт програма да следи (*DCC*) протокол потребно је:

1. Изабрати **Comments Dialog box**-а (слика 39), у падајућем менију се идем на **Incert | Report Command | Comment**.
2. Бера се Оператор опција.
3. Искуцава се текст у *box*-у: "Машина је у аутоматском (*DCC*) режиму."



Слика 39. Comments Dialog box.

И у самом парт програму добија се *Comment* који је дат на слици 40.

```
ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,CIR1
ALIGNMENT/END
COMMENT/OPER,NO,FULL SCREEN=NO,AUTO-CONTINUE=NO
Masina je u automatskom (DCC) modu
MODE/DCC
CLEARP/ZPLUS,30,ZPLUS,30,ON
MOVESPEED/ 20
TOUCHSPEED/ 2
```

Слика 40. Comment-исписан у парт програму.

5.0. Мерење додатних отвора праћењем техничке документације

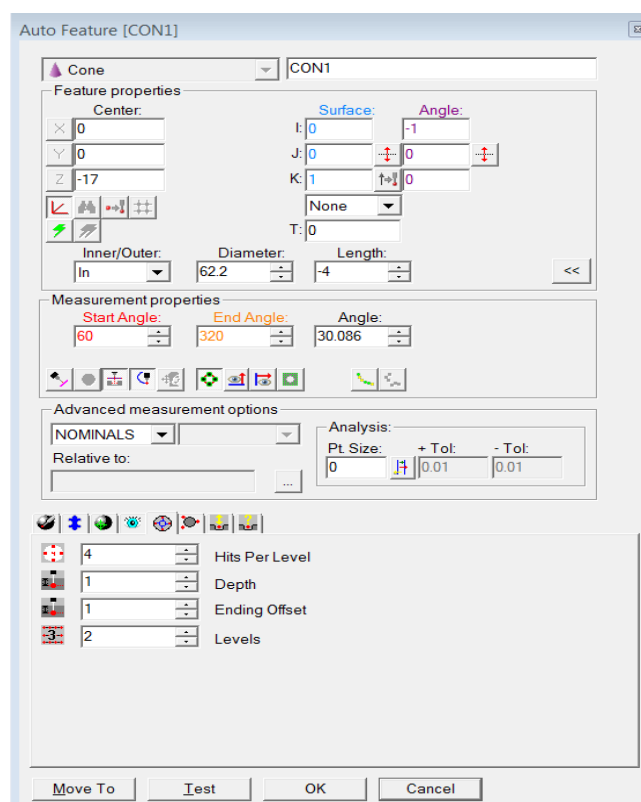
По подешавању параметара машине и парт програма за извршење поравнања датог дела наставља се са мерењем додатних отвора праћењем техничког цртежа.

За мерење конуса, кружнице, равни и осталих тачака датог дела користи се палета алата **Auto Features** (слика 41).



Слика 41. Auto features toolbar.

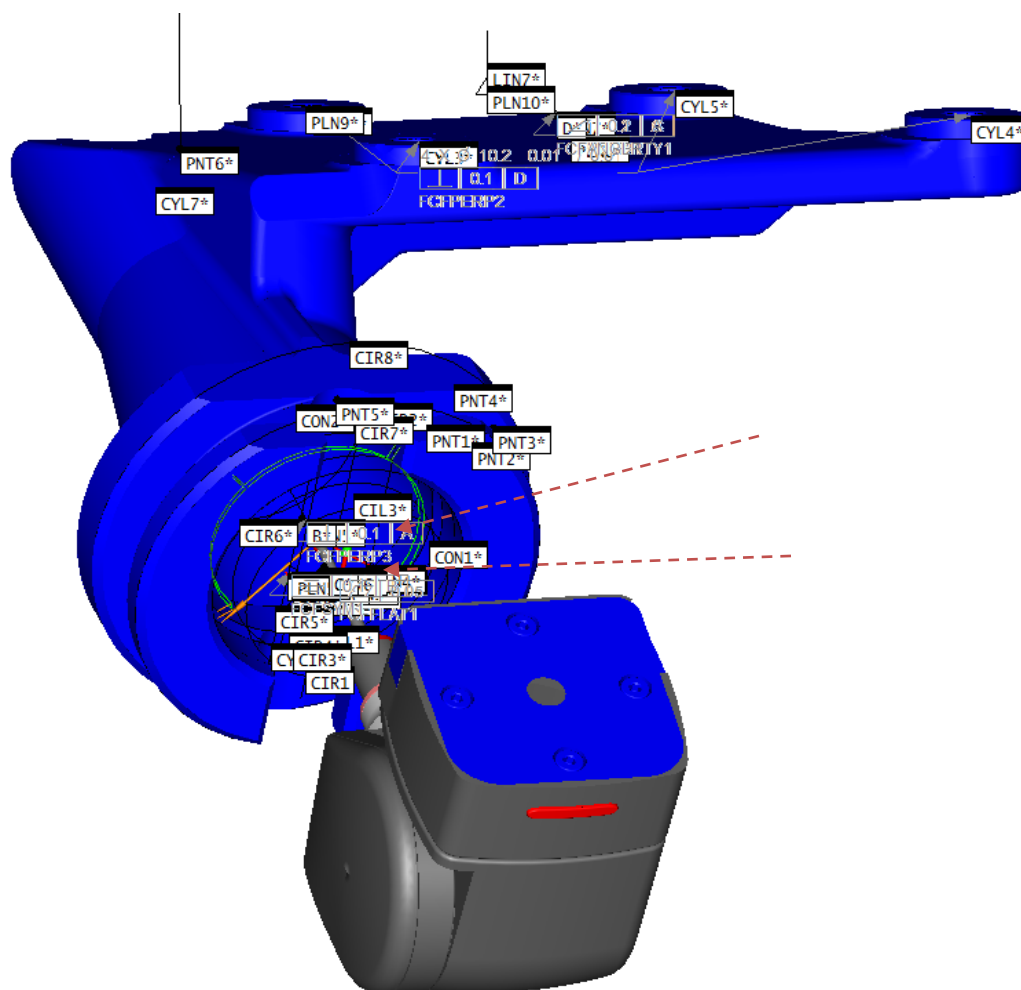
За креирање конуса користи се икона  која се налази у палети алата. Одабиром се отвара следећи **dialog box** (слика 42).



Слика 42. Auto feature dialog box.

На самом делу који је представљен на слици 43 добиће се одговарајући вектори који су приказани на истој црвеним стрелицама. Подешавањем параметара у *dialog box*-у као што је и приказано на слици 42 добиће се следеће:

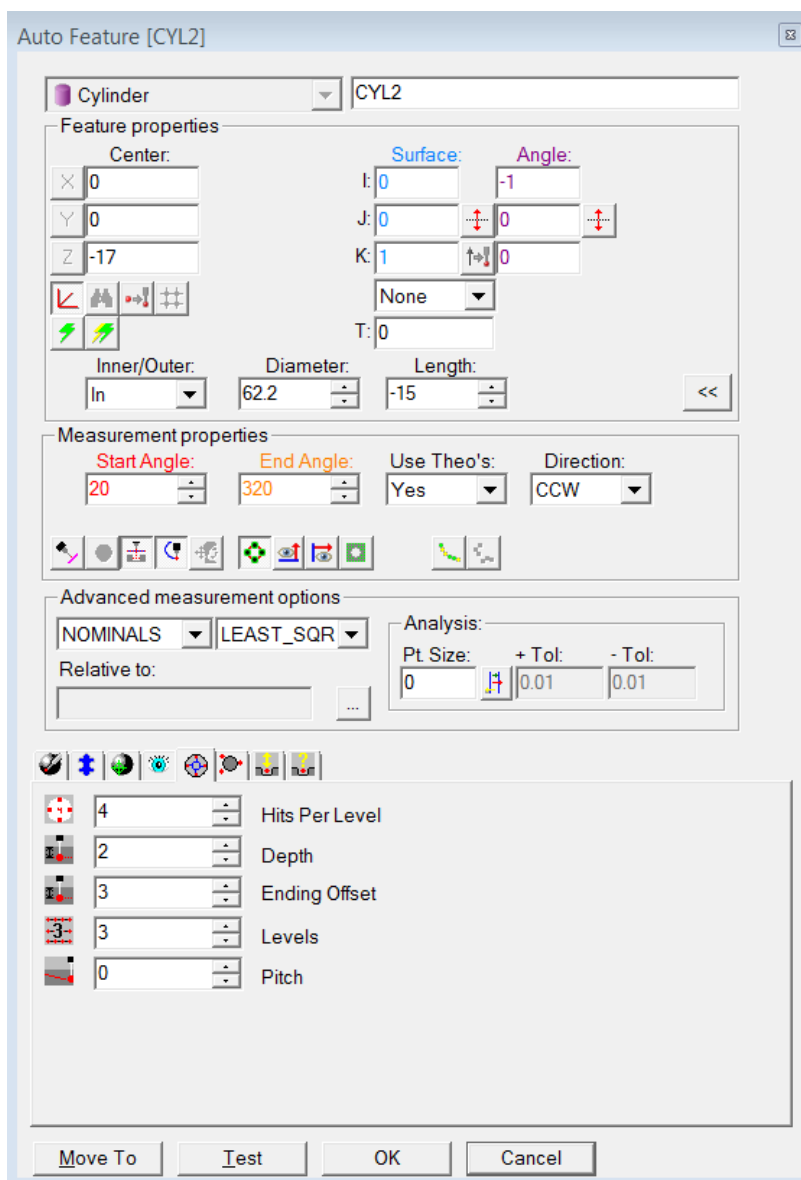
1. **Hits Per Level** – означава колико тачака се користи у првом нивоу, у овом случају четири.
2. **Depth** – почетну дубину првог нивоа мерења (1)
3. **Ending Offset** – завршну дубину од почетне (1)
4. **Levels** – број нивоа мерења (2)



Слика 43. Мерење конуса (CON1).

5.1 Креирање цилиндра

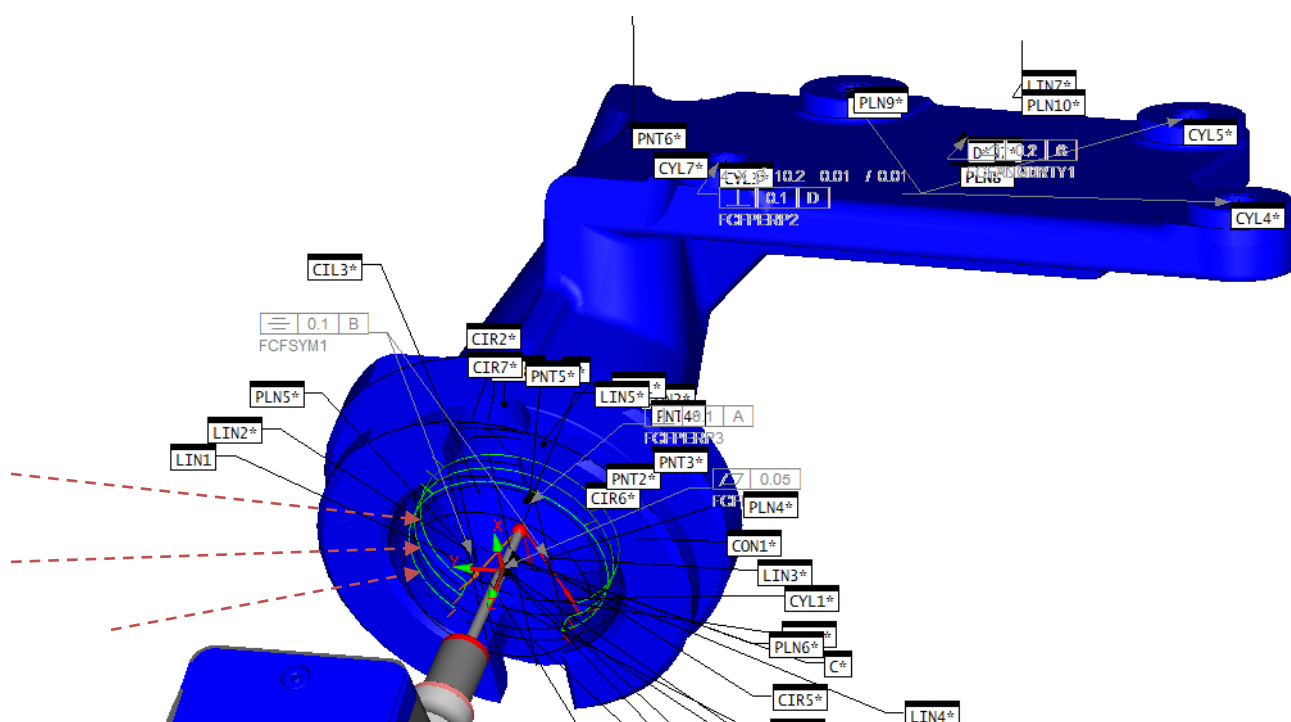
Да би креирао цилиндар на датом делу користи се иста палету алата **Auto Feature** као на слици 41. Одабиром иконице  појавиће се **dialog box** са подешавањима слика 44.



Слика 44. Auto Features (CYL2).

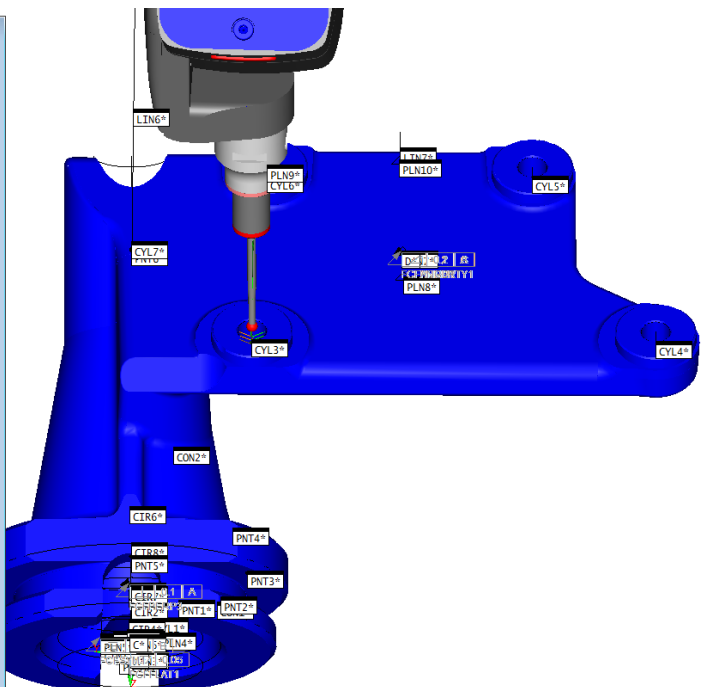
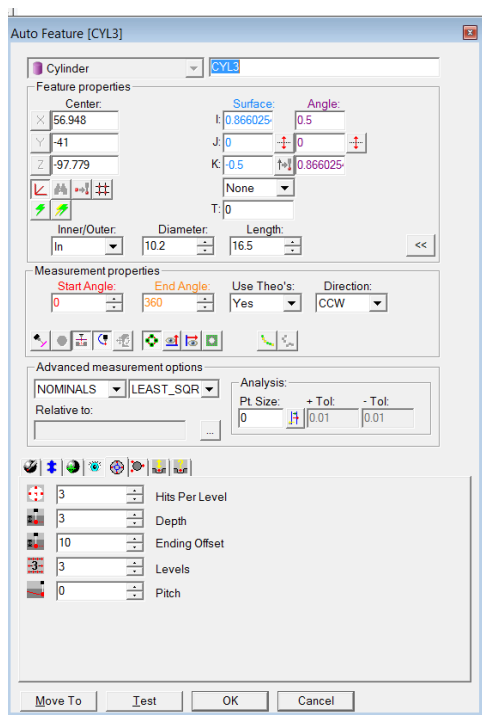
1. **Hits Per Level** – означава број тачака по нивоу кружнице у овом случају четири
2. **Depth** – означава дубину почетног нивоа прилаза мерења (2)
3. **Ending Offset** – означава завршну дубину од почетне (3)
4. **Levels** – означава број нивоа мерења (3)

После подешавања параметара који су дати у **dialog box**-у избором **OK** добија се цилиндар као на (слици 45) који је приказан означеним стрелицама.

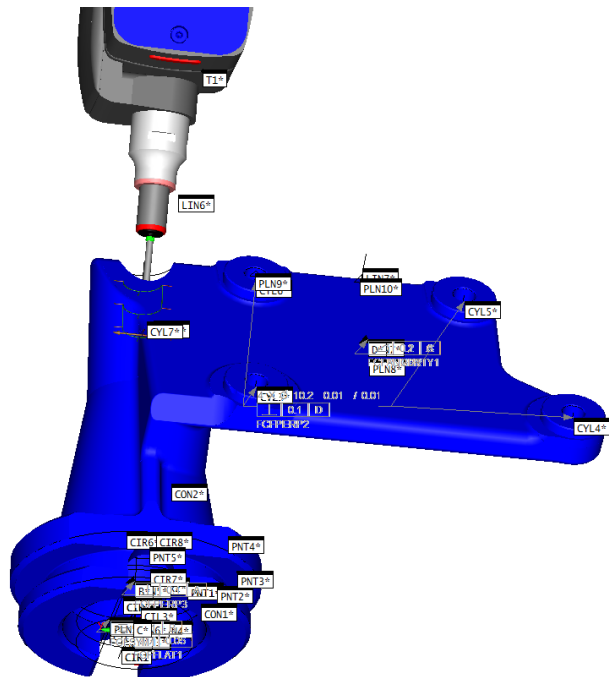
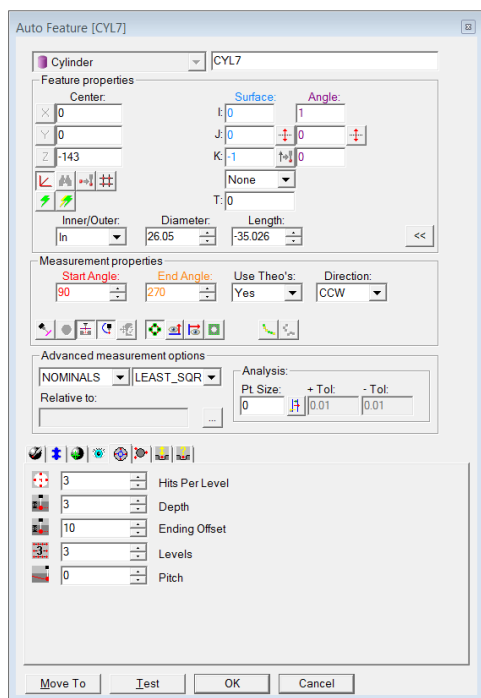


Слика 45. Мерење цилиндра (CYL2).

На истом принципу мерења креирају се и други цилиндри које треба измерити као што је дато на слици 45а,45б.



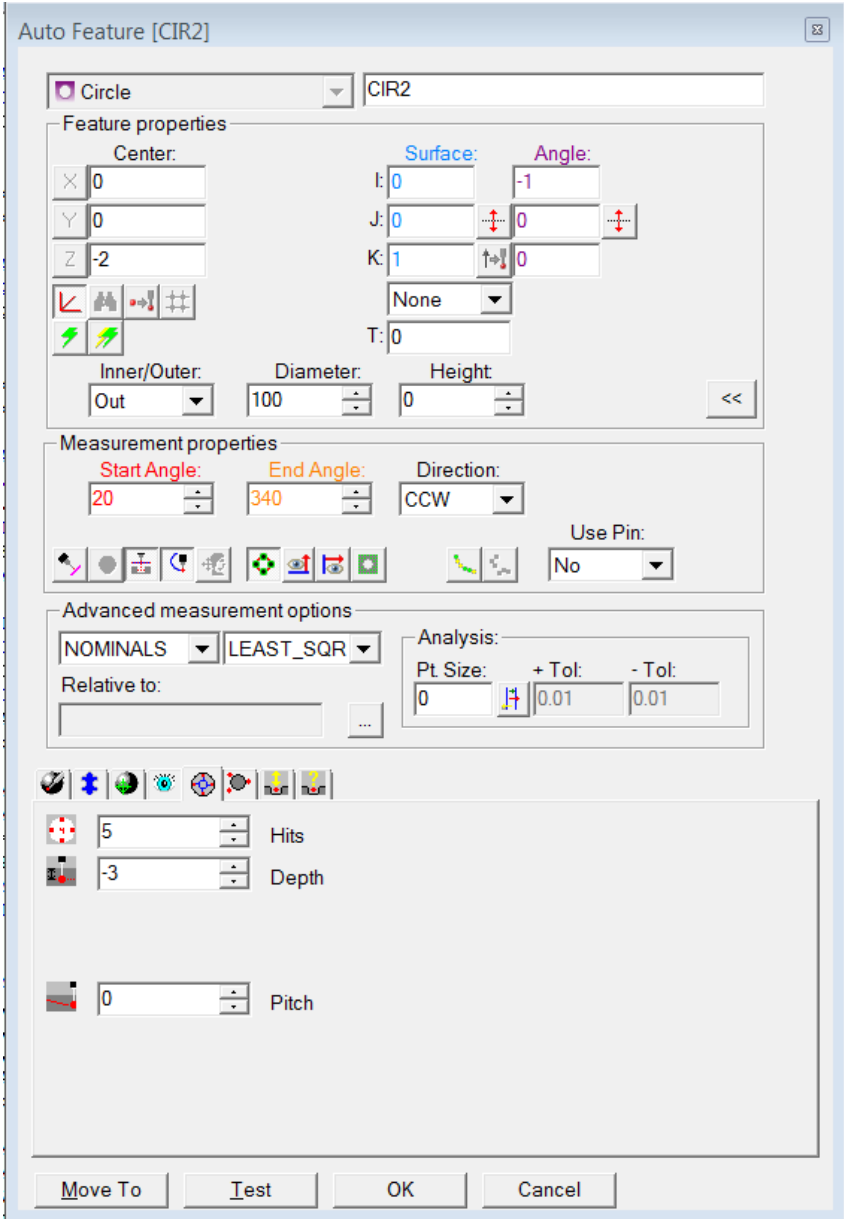
Слика 45а. Мерење цилиндра (CYL3).



Слика 45б. Мерење цилиндра (CYL7).

5.2. Креирање кружнице

Кружница се креира тако што из палете алата **Auto Feature** одабиром иконе  отвара следећи прозор са параметрима, (слика 46):



Auto Feature [CIR2]

Circle CIR2

Feature properties

Center:

X: 0 Y: 0 Z: -2

Surface: I: 0 J: 0 K: 1

Angle: Angle: -1

Inner/Outer: Out Diameter: 100 Height: 0

Measurement properties

Start Angle: 20 End Angle: 340 Direction: CCW

Use Pin: No

Advanced measurement options

NOMINALS LEAST_SQR

Analysis: Pt Size: 0 + Tol: 0.01 - Tol: 0.01

Relative to:

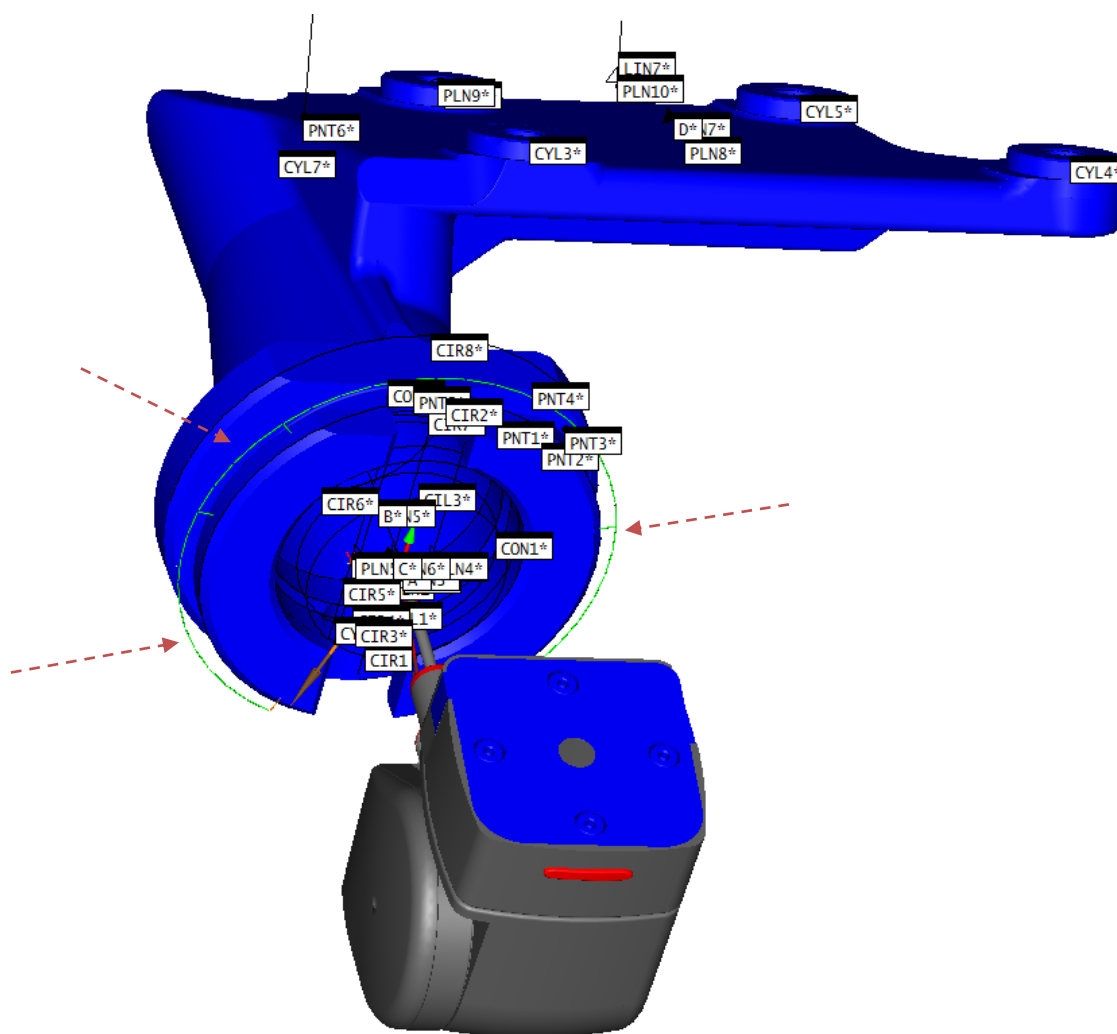
Hits: 5 Depth: -3 Pitch: 0

Move To Test OK Cancel

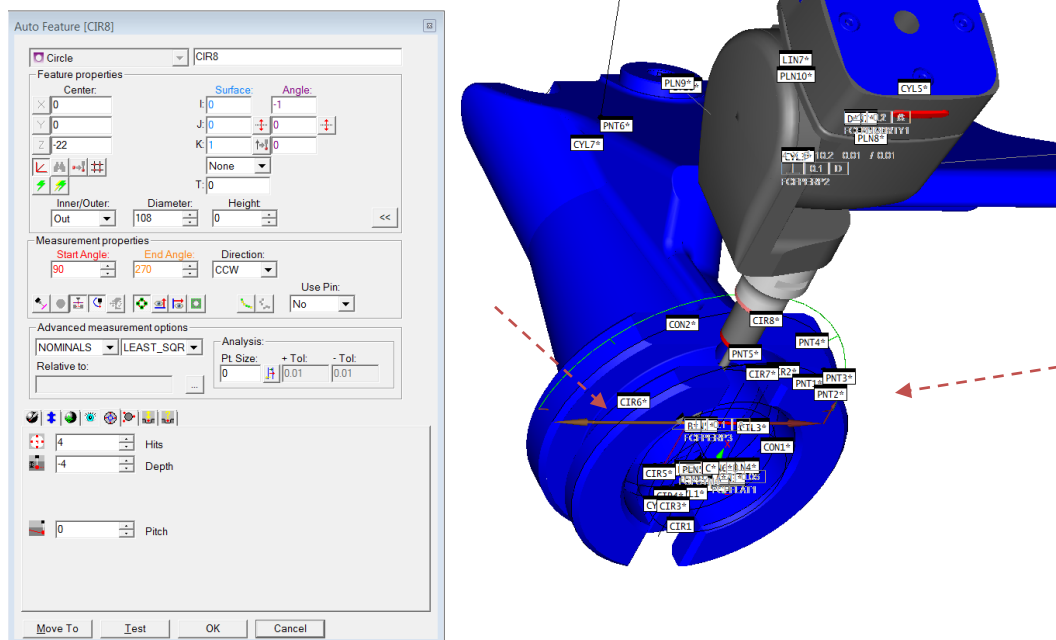
Слика 46. Auto Features (CIR 2).

Подешавањем следећих вредности биће креирана кружница (*CIR2*) која је дата на (слици 47а, 47б) и која образује дати пречник.

1. **Hits** – број тачака за мерење, у овом случају пет
2. **Depth** – дубина вектора од почетне равни (-3)
3. **Diameter** - у овом случају је 100мм који означава пречник кружнице.
4. **Start Angle/End Angle** – означава почетни и крајњи угао вектора (20/340)
5. **Inner/Outer** – означава спољашњи и унутрашњи пречник круга, у овом случају спољашњи (**Out**).



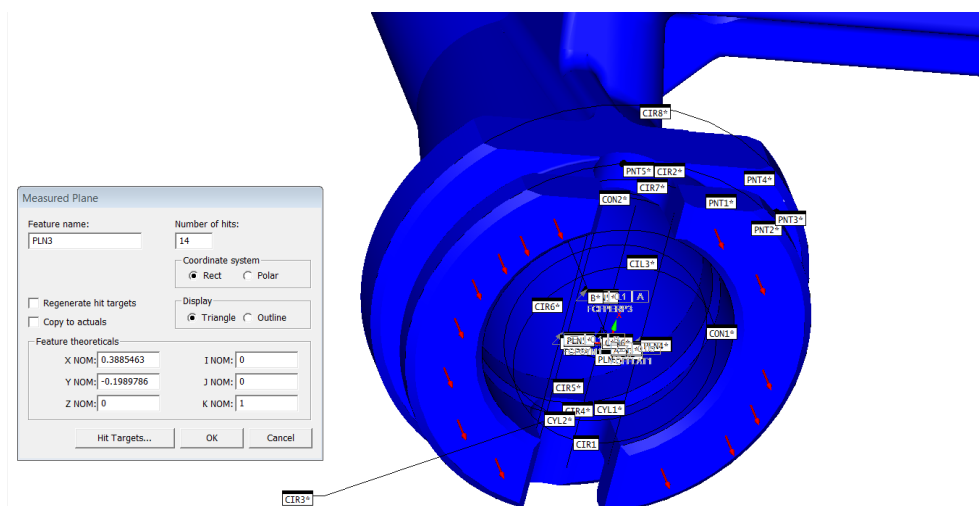
Слика 47а. Мерење кружнице (*CIR2*).



Слика 47б. Мерење кружности (CIR8).

5.3. Креирање равни

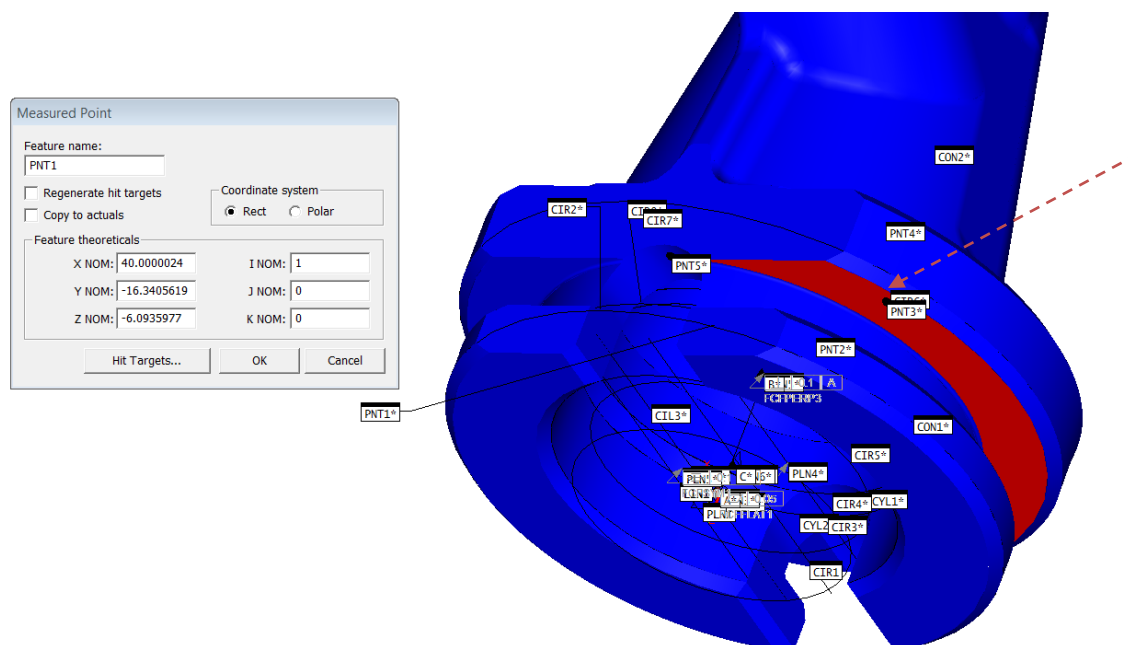
Раван се мери тако што из **Graphics Modes toolbar**-а (слика 29) бера се иконица  која означава мерни пипак. Одабиром површине дела добијају се црвени вектори који при притиском на тастер **End** образује троугао (слика 48). Пожељно је образовати што више тачака (вектора) за бољу пројекцију равни, у овом случају (PLN1).



Слика 48. Мерење равни (PLN1).

5.4 Креирање тачке

Мерење тачке одређује се тако што из *Graphics Modes toolbar*-а изабере се иконица  **Vektor point**. Тачке се креирају тамо где су неопходне за одређивање дистанци. Неке од њих су приказане на (слици 49).



Слика 49. Мерење тачака (PNT1).

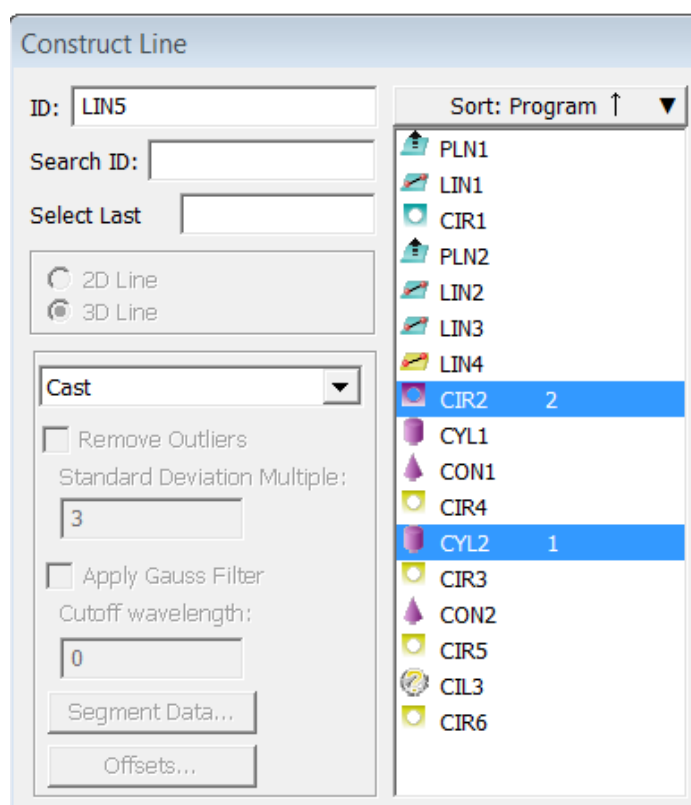
6.0 Конструисање нових равни помоћу постојећих

PC-DIMS може конструисати линије, крућнице, отворе преко већ постојећих измерених. Приликом додатних мерења користи се **Constructed Features toolbar** (слика 50).



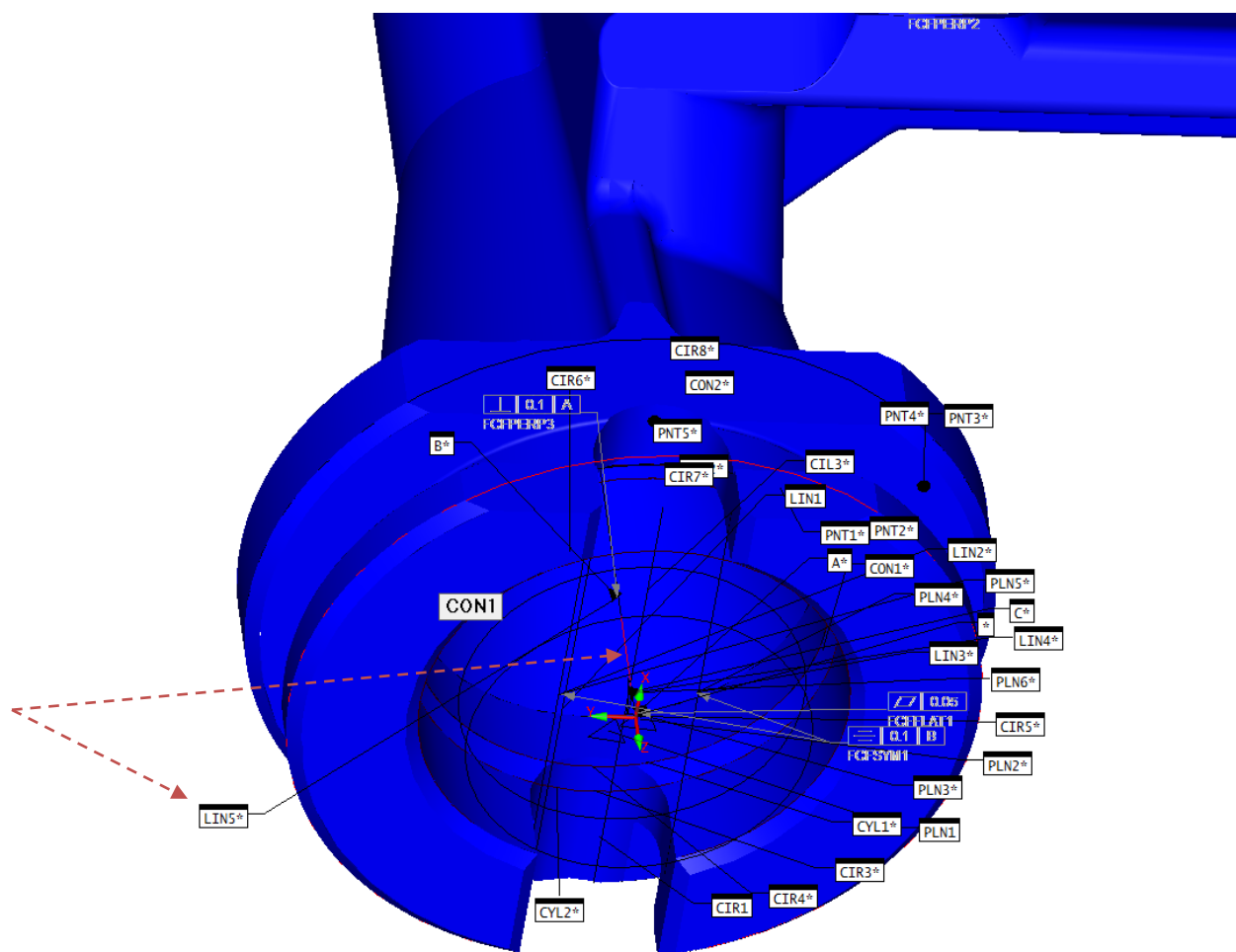
Слика 50. *Constructed Features toolbar*.

Избором на одговарајуће иконе у зависности од потребе у овом случају конструисање линије , отвара се **Construct Line dialog box** приказан на слици 51.



Слика 51. *Construct Line dialog box*.

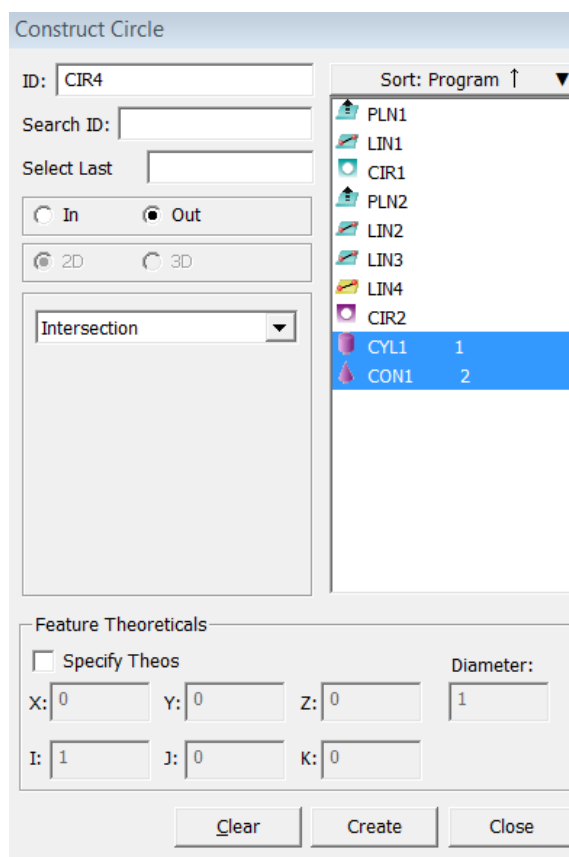
У пољу где су дате одговарајуће већ конструисане вредности одабира се као што је и приказано на (слици 51), (CIR2) и (CYL2). Подешава се опција **Cast** и притиском на **Create** дугме креираће се дата линија (LIN5) која се налази између круга и цилиндра као што је приказано на слици 52.



Слика 52. Конструисање линије (LIN5).

Креирање кружнице помоћу *Constructed Features toolbar*-а се врши:

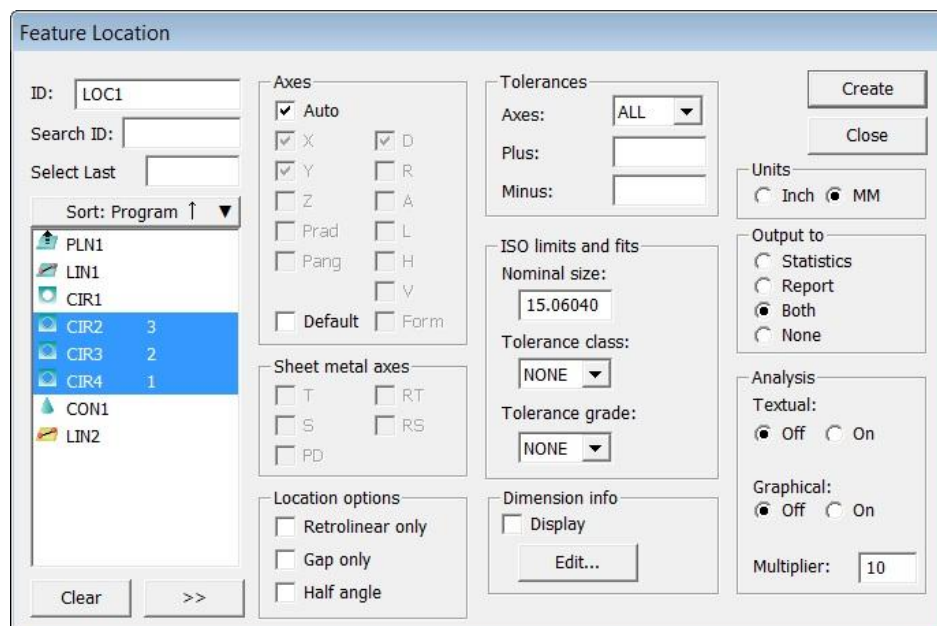
Одабиром иконе  отвара се **dialog box** (слика 53). Да би се креирала кружница у листи вредности бира се (*CYL1*) и (*CON1*) које су претходно пројектоване. Избором опције **Out** и **2D** подешавају и опције **Intersection** која означава пресек између ове две пројектоване вредности. Затим се иде **Create**.



Слика 53. Construct Circle dialog box.

Приказ пројектоване кружнице је дат на слици 54, означеним стрелицама.





Слика 56. Feature Location прозор.

- Када означимо одређене (ID) вредности и параметре за приказивање оса иде се на **Create** дугме. Сам програм тачније PC-DMIS ће у **Edit** прозору (слика 57) приказати следеће вредности.



Слика 57.: Edit прозор после прорачунавања неких од димензија.

Одређене номиналне вредности прорачунатих димензија које су дате у **Edit** прозору могу се изменити једноставним избором на исту и укуцавањем нове вредности. За све остале димензије сходно задатом мерењу користе се и друге иконе дате у **Dimenson toolbar**-у.

7.0 Парт програм

По завршетку креирања програма, постављања свих задатих мера и толеранција које су дате на техничком цртежу, добиће се парт програм који је представљен у даљем тексту.

```

STARTUP  =ALIGNMENT/START,RECALL:USE_PART_SETUP,LIST=YES
        ALIGNMENT/END
        MODE/MANUAL
        FORMAT/TEXT,OPTIONS, ,HEADINGS,SYMBOLS, ;NOM,TOL,MEAS,DEV,OUTTOL, ,
        LOADPROBE/VLD
        TIP/T1A-80B0, SHANKIJK=0, -0.985, 0.174, ANGLE=0
PLN1     =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
        THEO/<-143.869,5.855,-32.361>,<0,0,-1>
        ACTL/<280.474,273.132,-574.867>,<0.0445909,-0.9785667,0.2010444>
        MEAS/PLANE,3
        HIT/BASIC,NORMAL,<-114.083,-21.099,-32.361>,<0,0,-1>,<-114.083,-21.099,-32.361>,USE THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<-173.942,-12.473,-32.361>,<0,0,-1>,<-173.942,-12.473,-32.361>,USE THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<-143.583,51.136,-32.361>,<0,0,-1>,<-143.583,51.136,-32.361>,USE THEO=YES
        ENDMEAS/
A1       =ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
        ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN1
        ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN1
        ALIGNMENT/END
LIN1     =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
        THEO/<-106.546,-6.635,-6.293>,<-0.9990456,-0.0436804,0>
        ACTL/<292.312,-471.9,-4.446>,<-0.0398744,-0.9992047,0>
        MEAS/LINE,2,ZPLUS
        HIT/BASIC,NORMAL,<-106.546,-6.635,-6.742>,<0.0436804,-0.9990456,0>,<-106.546,-6.635,-6.742>,USE
THEO=YES          HIT/BASIC,NORMAL,<-182.896,-9.973,-5.844>,<0.0436804,-0.9990456,0>,<-182.896,-9.973,-
5.844>,USE THEO=YES
        ENDMEAS/
A2       =ALIGNMENT/START,RECALL:A1,LIST=YES
        ALIGNMENT/ROTATE,XPLUS,TO,LIN1,ABOUT,ZPLUS
        ALIGNMENT/END
CIR1     =FEAT/CIRCLE,CARTESIAN,IN,LEAST_SQR
        THEO/<141,12,-9.367>,<0,0,1>,62.2
        ACTL/<494.288,320.976,-9.131>,<0,0,1>,62.291
        MEAS/CIRCLE,3,ZPLUS
        HIT/BASIC,NORMAL,<165.861,30.685,-9.686>,<-0.799391,-0.6008111,0>,<165.861,30.685,-9.686>,USE THEO=YES
        HIT/BASIC,NORMAL,<119.957,34.9,-9.311>,<0.6766149,-0.736337,0>,<119.957,34.9,-9.311>,USE THEO=YES

```

```

HIT/BASIC,NORMAL,<142.99,-19.036,-9.105>,<-0.0639908,0.9979505,0>,<142.99,-19.036,-9.105>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
A3    =ALIGNMENT/START,RECALL:A2,LIST=YES
ALIGNMENT/TRANS,XAXIS,CIR1
ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,CIR1
ALIGNMENT/END
MODE/DCC
CLEARP/ZPLUS,30,ZPLUS,30,ON
MOVESPEED/ 20
TOUCHSPEED/ 2
FLY/ON,3
PLN2   =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
THEO/<0.586,0.843,0>,<0,0,1>
ACTL/<0.589,0.858,-1.479>,<-0.0003586,-0.0076508,0.9999707>
MEAS/PLANE,6
HIT/BASIC,NORMAL,<-34.121,-24.093,0>,<0,0,1>,<-34.121,-24.093,0>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<33.45,-22.041,0>,<0,0,1>,<33.45,-22.041,0>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<2.122,-41.061,0>,<0,0,1>,<2.122,-41.061,0>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<-32.122,25,0>,<0,0,1>,<-32.122,25,0>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<-0.05,43.197,0>,<0,0,1>,<-0.05,43.197,0>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<34.235,24.058,0>,<0,0,1>,<34.235,24.058,0>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
A4    =ALIGNMENT/START,RECALL:A3,LIST=YES
ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN2
ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN2
ALIGNMENT/END
MOVE/CLEARPLANE
LIN2   =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
THEO/<41.691,-10.025,-7.256>,<-1,-0.0000027,0>
ACTL/<41.691,-10.025,-7.256>,<-1,-0.0000027,0>
MEAS/LINE,2,ZPLUS
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<41.691,-10.025,-5.804>,<-0.0000027,1,0>,<41.691,-10.025,-5.804>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<-35.523,-10.025,-8.709>,<-0.0000027,1,0>,<-35.523,-10.025,-8.709>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
LIN3   =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
THEO/<37.997,10.025,-7.098>,<-1,-0.0000027,0>
ACTL/<37.997,10.025,-7.098>,<-1,-0.0000027,0>
MEAS/LINE,2,ZPLUS
MOVE/CLEARPLANE

```

```
HIT/BASIC,NORMAL,<37.997,10.025,-6.539>,<0.0000027,-1,0>,<37.997,10.025,-6.539>,USE THEO=YES
HIT/BASIC,NORMAL,<-34.208,10.025,-7.658>,<0.0000027,-1,0>,<-34.208,10.025,-7.658>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
LIN4   =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED,NO
THEO/<39.844,0,-7.177>,<-1,-0.0000027,0>
ACTL/<39.844,0,-7.177>,<-1,-0.0000027,0>
CONSTR/LINE,MID,LIN2,LIN3
A5     =ALIGNMENT/START,RECALL:A4,LIST=YES
ALIGNMENT/ROTATE,XPLUS,TO,LIN4,ABOUT,ZPLUS
ALIGNMENT/END
CIR2   =FEAT/CONTACT/CIRCLE/DEFAULT,CARTESIAN,OUT,LEAST_SQR
THEO/<0,0,-2>,<0,0,1>,100,0
ACTL/<0,0,-2>,<0,0,1>,100,0
TARG/<0,0,-2>,<0,0,1>
START ANG=20,END ANG=340
ANGLE VEC=<-1,0,0>
DIRECTION=CCW
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
NUMHITS=5,DEPTH=-3,PITCH=0
SAMPLE HITS=0,SPACER=5
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70
FIND HOLE=DISABLED,ONERROR=NO,READ POS=NO
SHOW HITS=NO
MOVE/CLEARPLANE
CYL1   =FEAT/CONTACT/CYLINDER/DEFAULT,CARTESIAN,IN,LEAST_SQR
THEO/<0,0,-21>,<0,0,1>,60.05,10.33
ACTL/<0,0,-21>,<0,0,1>,60.05,10.33
TARG/<0,0,-21>,<0,0,1>
START ANG=60,END ANG=330
ANGLE VEC=<-1,0,0>
DIRECTION=CCW
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
NUMHITS=4,NUMLEVELS=3,DEPTH=2,END OFFSET=2,PITCH=0
SAMPLE HITS=0,SPACER=0
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70
FIND HOLE=DISABLED,ONERROR=NO,READ POS=NO
SHOW HITS=NO
MOVE/CLEARPLANE
```

CON1 =FEAT/CONTACT/CONE/DEFAULT,CARTESIAN,IN
THEO/<0,0,-17>,<0,0,1>,30.086,-4,62.2
ACTL/<0,0,-17>,<0,0,1>,30.086,-4,62.2
TARG/<0,0,-17>,<0,0,1>
START ANG=60,END ANG=320
ANGLE VEC=<-1,0,0>
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
NUMHITS=4,NUMLEVELS=2,DEPTH=1,END OFFSET=1
SAMPLE HITS=0,SPACER=0
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70
ONERROR=NO,READ POS=NO
SHOW HITS=NO

CIR4 =FEAT/CIRCLE,CARTESIAN,OUT,NO
THEO/<0,0,-21>,<0,0,1>,60.05
ACTL/<0,0,-21>,<0,0,1>,60.05
CONSTR/CIRCLE,INTOF,CON1,CYL1
MOVE/CLEARPLANE

CYL2 =FEAT/CONTACT/CYLINDER/DEFAULT,CARTESIAN,IN,LEAST_SQR
THEO/<0,0,-17>,<0,0,1>,62.2,-15
ACTL/<0,0,-17>,<0,0,1>,62.2,-15
TARG/<0,0,-17>,<0,0,1>
START ANG=20,END ANG=320
ANGLE VEC=<-1,0,0>
DIRECTION=CCW
SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
NUMHITS=4,NUMLEVELS=3,DEPTH=2,END OFFSET=3,PITCH=0
SAMPLE HITS=0,SPACER=0
AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70

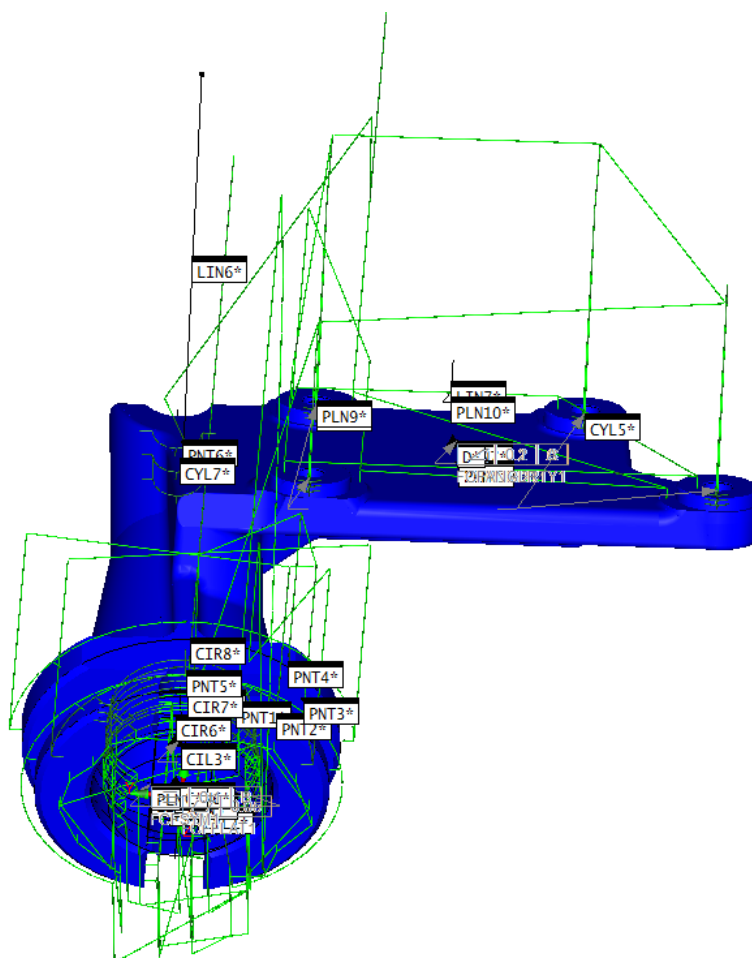
PNT1 =FEAT/POINT,CARTESIAN
THEO/<40,-16.341,-6.094>,<1,0,0>
ACTL/<40,-16.341,-6.094>,<1,0,0>
MEAS/POINT,1
MOVE/CLEARPLANE
HIT/BASIC,NORMAL,<40,-16.341,-6.094>,<1,0,0>,<40,-16.341,-6.094>,USE THEO=YES
ENDMEAS/
MOVE/INCREMENT,<250,0,0>
MOVE/CLEARPLANE
TIP/T1A10B0, SHANKIJK=0.999, 0.041, 0.029, ANGLE=-92.052

```
CLEARP/XPLUS,100,ZPLUS,30,ON
MOVE/CLEARPLANE
CIR7  =FEAT/CONTACT/CIRCLE/DEFAULT,CARTESIAN,OUT,LEAST_SQR
      THEO/<0,0,-10.6>,<0,0,1>,80,0
      ACTL/<0,0,-10.6>,<0,0,1>,80,0
      TARG/<0,0,-10.6>,<0,0,1>
      START ANG=90,END ANG=270
      ANGLE VEC=<-1,0,0>
      DIRECTION=CCW
      SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
      SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
      NUMHITS=4,DEPTH=-4,PITCH=0
      SAMPLE HITS=0,SPACER=5
      AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70
      FIND HOLE=DISABLED,ONERROR=NO,READ POS=NO
      SHOW HITS=NO
      MOVE/CLEARPLANE
CIR8  =FEAT/CONTACT/CIRCLE/DEFAULT,CARTESIAN,OUT,LEAST_SQR
      THEO/<0,0,-22>,<0,0,1>,108,0
      ACTL/<0,0,-22>,<0,0,1>,108,0
      HIT/BASIC,NORMAL,<29.921,-34.971,-35>,<0,0,-1>,<29.921,-34.971,-35>,USE THEO=YES
      ENDMEAS/
      MOVE/CLEARPLANE
PNT5  =FEAT/CONTACT/VECTOR POINT/DEFAULT,CARTESIAN
      THEO/<36.847,0,-23>,<0,0,1>
      ACTL/<36.847,0,-23>,<0,0,1>
      TARG/<36.847,0,-23>,<0,0,1>
      SNAP=NO
      SHOW FEATURE PARAMETERS=NO
      SHOW CONTACT PARAMETERS=YES
      AVOIDANCE MOVE=NO,DISTANCE=70
      SHOW HITS=NO
      MOVE/CLEARPLANE
      MOVE/INCREMENT,<200,0,0>
      MOVE/CLEARPLANE
      TIP/T1A45B0, SHANKIJK=0.835, 0.013, -0.549, ANGLE=-93.025
      CLEARP/XPLUS,110,ZPLUS,30,ON
      MOVE/CLEARPLANE
END
```

8.0. Маркирање ставки за извршење парт програмаи и приказивање путање кретања машине

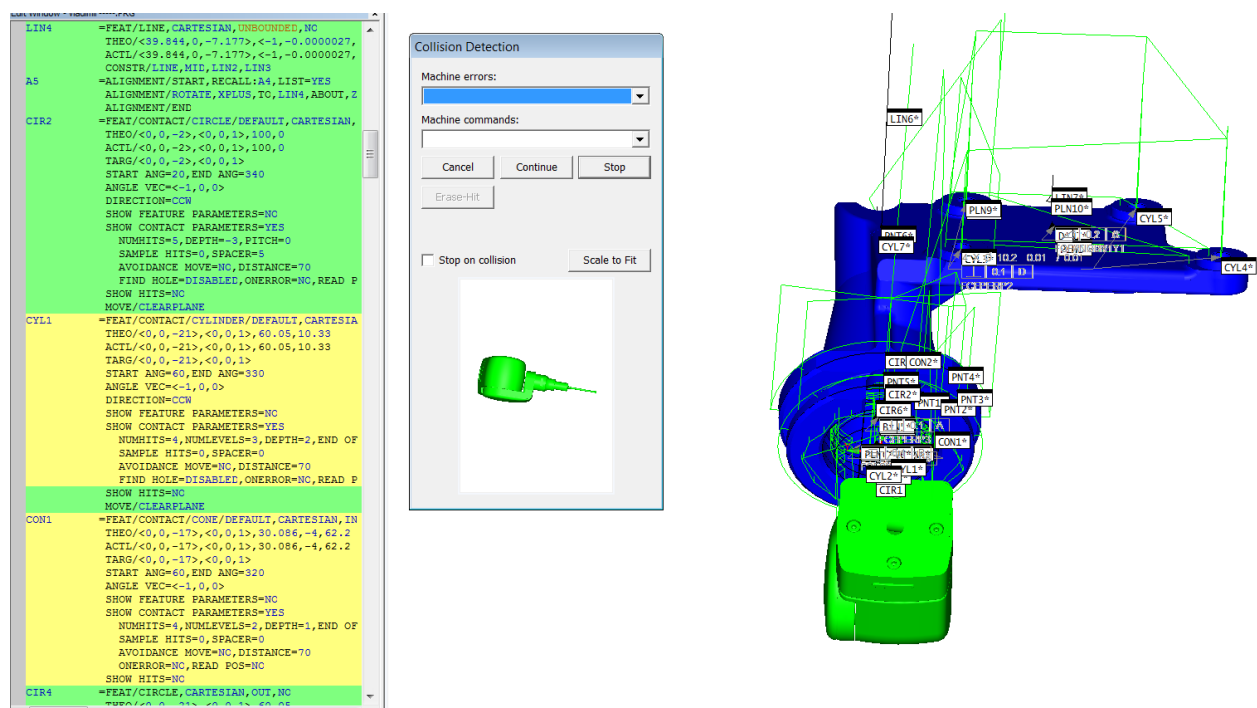
Пре самог извршења парт програма врши се провера истог у циљу да ли је констатован програм креиран без грешки. Да бих проверио комплетно написан програм користе се следеће опције:

1. У падајућем мениу бира се опција **View – Path Lines**.
2. Аутоматско генерисање путање положаја кретања машине, као што је и приказано на слика 58.



Слика 58. Path Lines.

Када је програм генерисао све векторе који су дати у падајућем менију одабира се опција **Operation – Graphics Display Window – Collision Detection** где ће и сам програм аутоматски извршити проверу мерења (слика 59).



Слика 59. Collision Detection.

По завршетку провере ако је програм комплетно одрађен могу се покренути следеће опције за извршење мерења дела:

Маркирање ставки за извршење програма омогућава избор елемената парт програма који се користе при извршавању. У овом случају комплетан парт програм. За маркирање програма користе се опције:

1. У менију идем на опцију **Edit – Markings - Mark All** или у **Edit Window toolbar**-у одабиром иконице **Mark All** (слика 60).



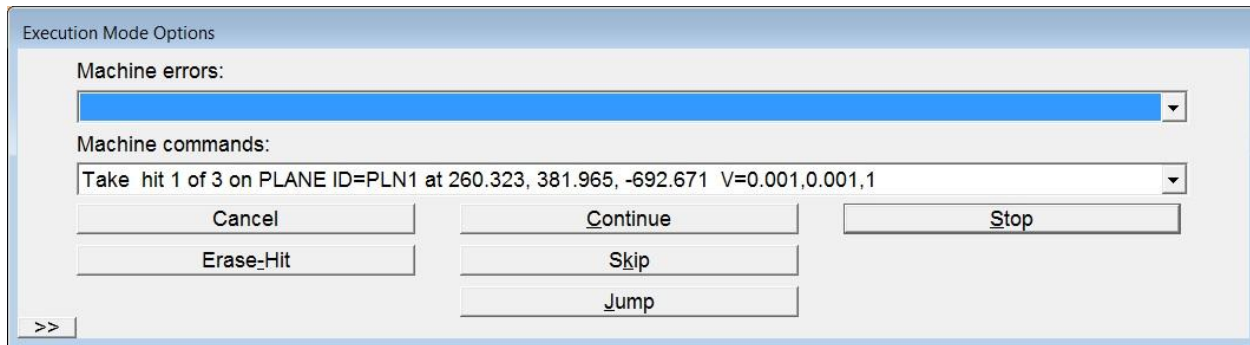
Слика 60. Edit Window toolbar.

2. **PC-DMIS** ће поставити питање, да ли желите да ручно извршите (**manual mode**) поравнање референтног координатног система. Бира се дугме **Yes**.

Извршење парт програма ће се покренути тако што у менију:

1. Бира се **File | Execute** опција, или у **Edit Window toolbar**-у изабере иконица **Execute**  (слика 60).

2. Следе упутства на *CMM Command window* дисплеју и захтеви за мерење тачака (слика 61).



Слика 61. *CMM Command window*.

PC-DIMIS захтева мерење тачака на локацијама назначеним у прозору графичког приказа.

- Измерити шест тачки за раван и на *Jogbox*-у избором 
- Измерити две тачке за линију и на *Jogbox*-у избором 
- Измерити шест тачки за кружницу и на *Jogbox*-у избором 

По завршетку мерења *PC-DIMS* ће приказати дијалог са коментаром:

" Упозорење машина је у аутоматском (*DCC*) режиму". Када кликнем на дугме *OK*, *PC-DIMS* аутоматски мери остале задате отворе и равни.

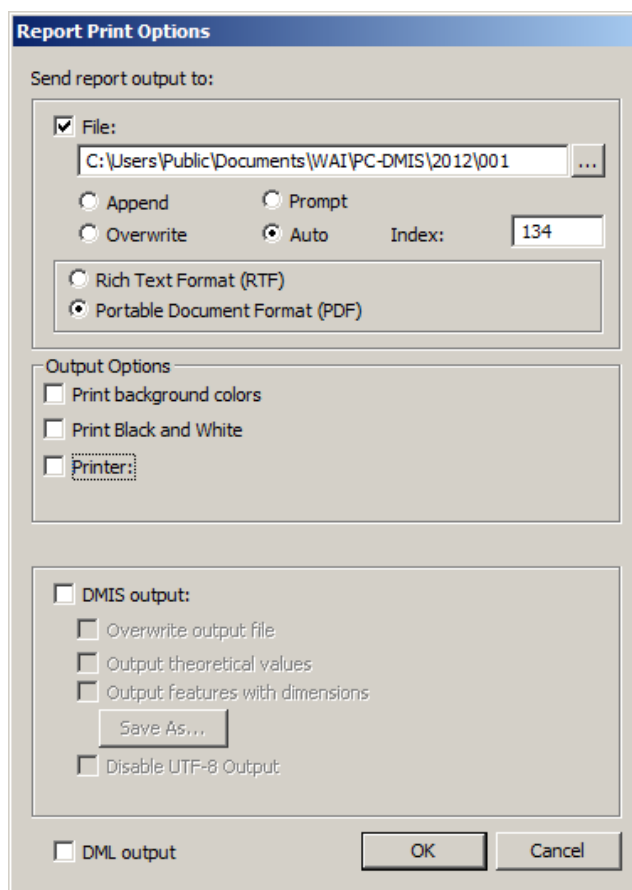
9.0. Подешавање репорт излаза

PC-DMIS омогућава да се по извршењу парт програма аутоматски уради извештај. Приликом ове израде документа користи се *PDF* излазни фаил.

1. У менију изабере се **File | Printing | Report Window Print Setup** опција.

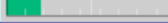
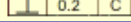
По одабиру појављује се **Print Options dijalog** прозор (слика 62).

2. Изабере се **File chek box**.
3. Изабере се **Portable Document Format (PDF)** опцију.
4. Затим се одређује локација чувања извештаја.
5. Изабере се **OK**, потврђује и затвара прозор.



Слика 62. *Print Options dijalog*.

Након извршења комплетног парт програма *PC-DMIS* ће аутоматски штампати извештај на унапред изабраном локацијом. Локација штампања извештаја је задата у **Print Options** дијалог прозору **File | Printing | Report Window Print Setup** или директног конвертовања у *PDF* фајлу (слика 63а,б,ц).

pcodmis		PART NAME : ADAPTER ZA MONTAZU					May 08, 2013	15:58
		REV NUMBER : V20		SER NUMBER : 5703839		STATS COUNT : 1		
#	MM	LOC1 - CIR7						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D	80.000	0.000	0.200	79.855	-0.145	0.000		
#	MM	LOC2 - CIR2						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D	100.000	0.300	0.300	100.033	0.033	0.000		
#	MM	LOC3 - CIR8						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D	108.000	0.300	0.300	108.026	0.026	0.000		
#	MM	LOC4 - PNT2						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
Z	-10.000	0.100	0.000	-9.979	0.021	0.000		
#	MM	LOC5 - PNT3						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
Z	-20.000	0.100	0.000	-20.058	-0.058	-0.058		
#	MM	LOC6 - PNT4						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
Z	-35.000	0.200	0.200	-34.746	0.254	0.054		
FCFFLAT1	MM	 0.05						
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
PLN3	0.000	0.050		0.008	0.008	0.000		
FCFFLAT2	MM	 0.1						
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
PLN7	0.000	0.100		0.017	0.017	0.000		
	MM	DIST1 - PLN7 TO PLN8						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
M	4.700	0.500	0.200	4.764	0.064	0.000		
FCFPERP1	MM	 0.2 C						
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS	
PLN7	0.000	0.200	0.000	0.230	0.230	0.030	0.000	
#	MM	LOC7 - CYL3						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D	10.200	0.050	0.050	10.287	0.087	0.037		
#	MM	LOC8 - CYL4						
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL		
D	10.200	0.050	0.050	10.294	0.094	0.044		

Слика 63а. Извештај у Text Only Options прозору.

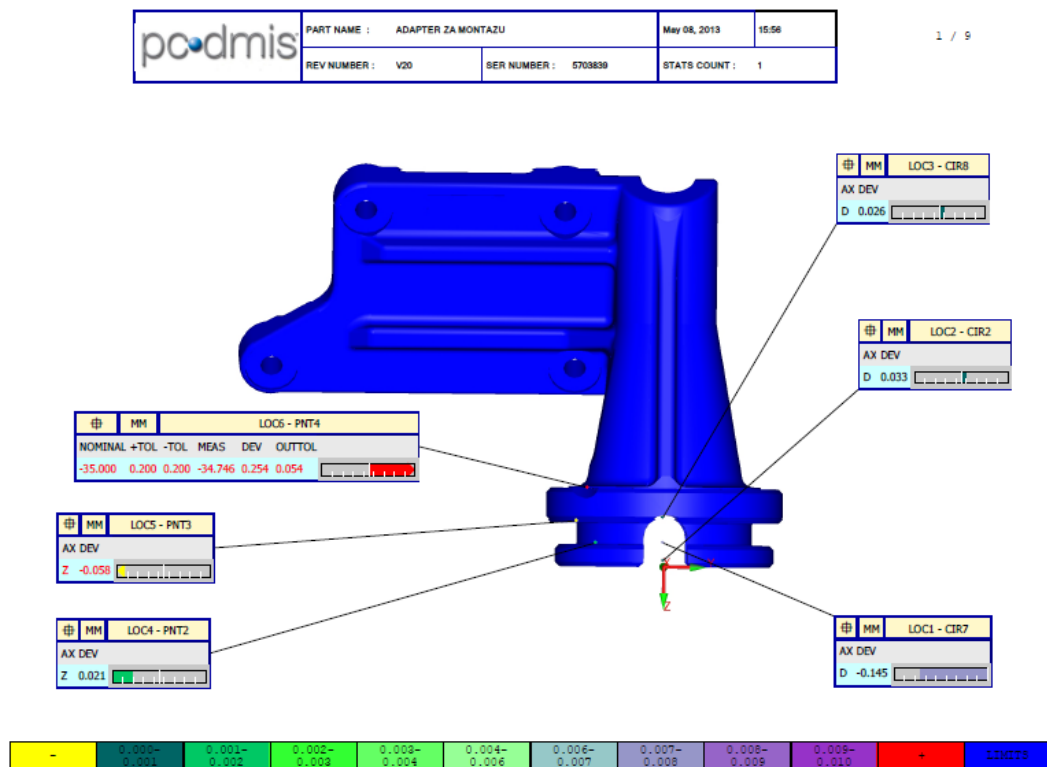
	MM	LOC9 - CYL5					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	10.200	0.050	0.050	10.283	0.083	0.033	
	MM	LOC10 - CYL6					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	10.200	0.050	0.050	10.268	0.068	0.018	
FCFPERP2	MM	0.1 D					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL3	0.000	0.100	0.000	0.020	0.020	0.000	0.000
CYL4	0.000	0.100	0.000	0.012	0.012	0.000	0.000
CYL5	0.000	0.100	0.000	0.009	0.009	0.000	0.000
CYL6	0.000	0.100	0.000	0.015	0.015	0.000	0.000
FCFANGLR...	MM	0.1 A					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN7	0.000	0.100	0.000	0.083	0.083	0.000	0.000
	MM	DIST9 - PLN10 TO LIN6					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	38.000	0.200	0.200	38.041	0.041	0.000	
	MM	LOC11 - CYL2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	62.200	0.200	0.000	62.292	0.092	0.000	
	MM	LOC12 - CYL1					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	60.050	0.100	0.000	60.129	0.079	0.000	
FCFSYM1	MM	0.1 B					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
PLN5-PLN4	0.000	0.100		3.068	3.068	2.968	
	MM	DIST2 - PLN5 TO PLN4 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	20.050	0.050	0.000	20.096	0.046	0.000	
	MM	LOC13 - CIR3					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
Z	-17.000	0.200	0.200	-17.101	-0.101	0.000	
	MM	LOC14 - CIR4					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
Z	-21.000	0.200	0.200	-21.081	-0.081	0.000	
	MM	LOC15 - CIR5					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
Z	-31.330	0.300	0.300	-31.259	0.071	0.000	

Слика 63b. Извештај у Text Only Options прозору.

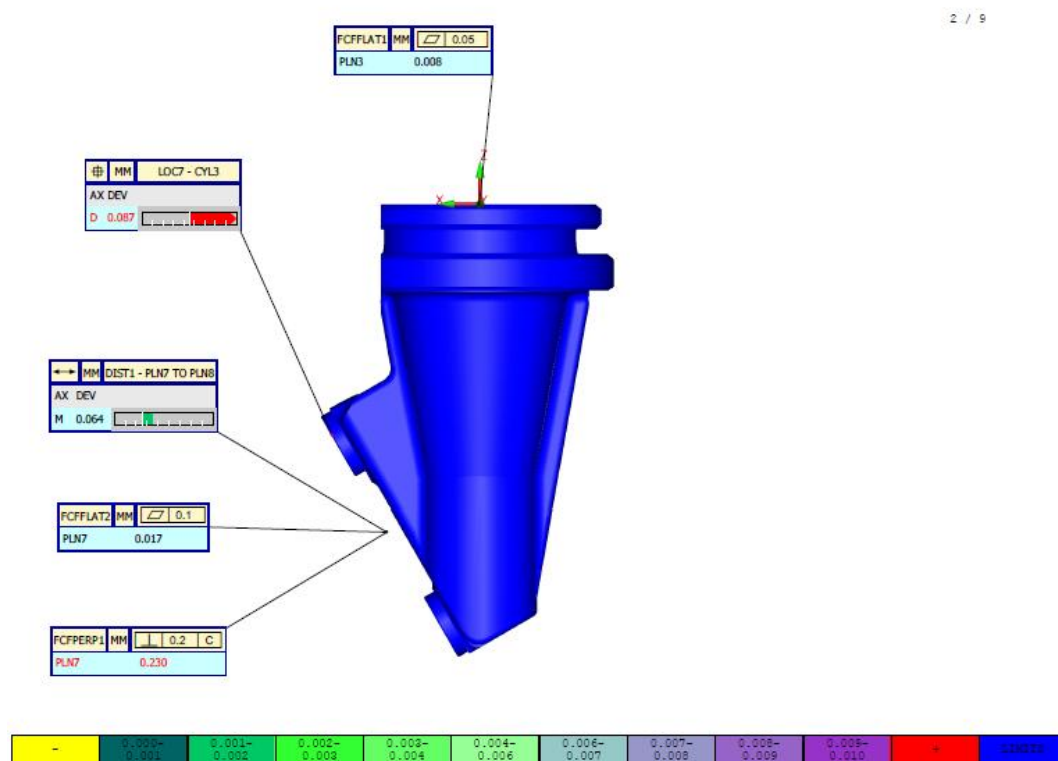
⊕	MM	LOC16 - PNT5					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
Z	-23.000	0.200	0.000	-23.174	-0.174	-0.174	
⊕	MM	LOC17 - CIR6					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
Z	-59.828	0.050	0.050	-59.798	0.030	0.000	
⊕	MM	LOC18 - CON2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
A	20.000	0.100	0.100	20.126	0.126	0.026	
FCFPERP3	MM	0.1 A					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
LIN5	0.000	0.100	0.000	0.004	0.004	0.000	0.000
⊕	MM	LOC19 - CYL7					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	26.000	3.000	0.000	28.512	2.512	0.000	
FCFCONC...	MM	Ø0.1 B					
Feature	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	BONUS
CYL7	0.000	0.100		0.396	0.396	0.296	
↔	MM	DIST3 - LIN5 TO CYL6 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	46.500	0.200	0.200	46.515	0.015	0.000	
↔	MM	DIST4 - CYL3 TO CYL6 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	5.500	0.200	0.200	5.423	-0.077	0.000	
↔	MM	DIST5 - CYL6 TO CYL5 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	91.000	0.200	0.200	91.000	0.000	0.000	
↔	MM	DIST12 - PLN10 TO CYL4					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	83.000	0.200	0.200	82.987	-0.013	0.000	
↔	MM	DIST14 - CYL4 TO CYL6 (YAXIS)					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
M	133.000	0.200	0.200	133.025	0.025	0.000	
⊕	MM	LOC20 - PNT1					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
X	40.000	0.300	0.300	39.902	-0.098	0.000	

Слика 63ц. Извештај у Text Only Options прозору.

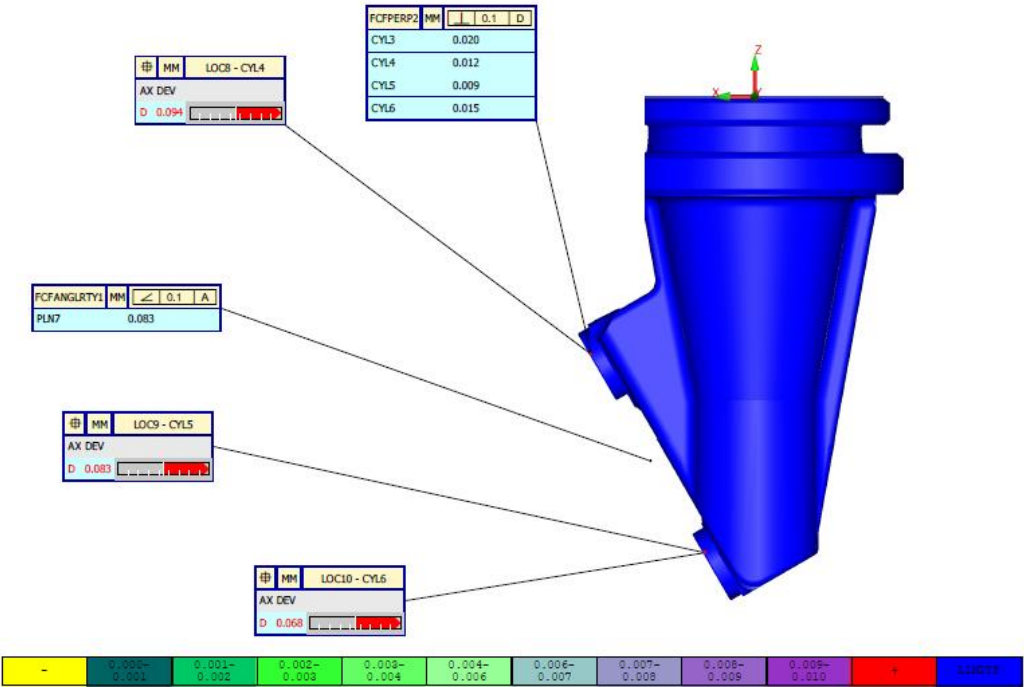
У **Report** прозору ће се приказати различите варијације истог мерења променом различитих, претходно израђених шаблона, шаблона извештаја.



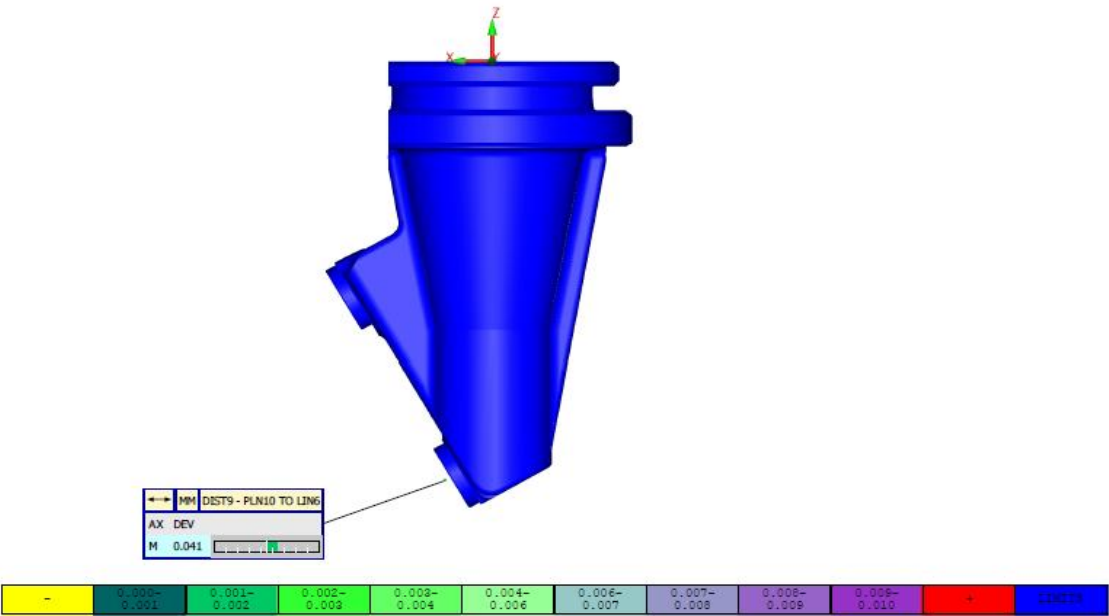
Слика 64a. Извештај у CAD Only Options прозору.



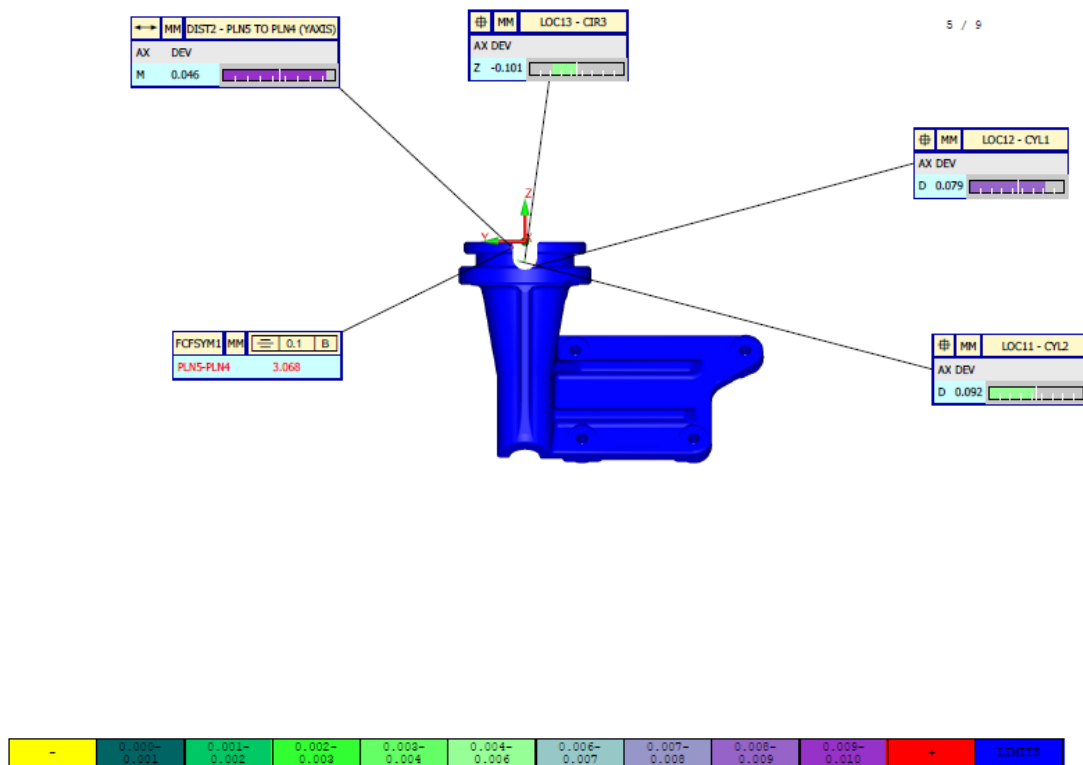
Слика 64b. Извештај у CAD Only Options прозору.



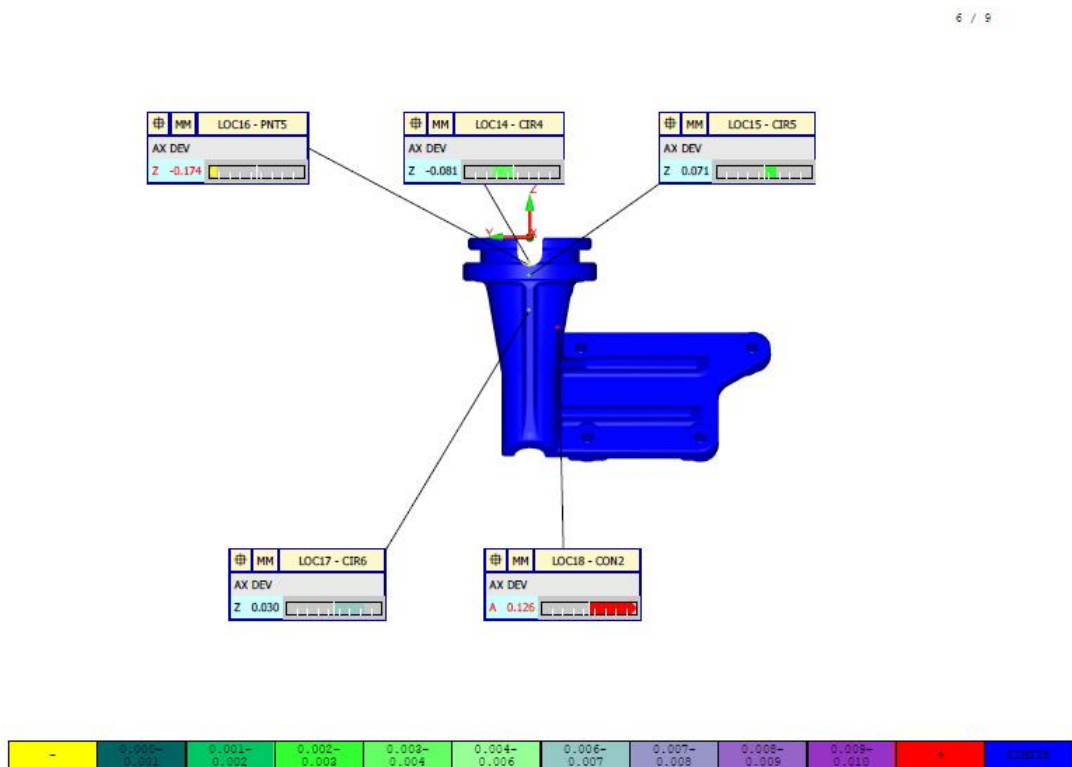
Слика 64ц. Извештај у CAD Only Options прозору.



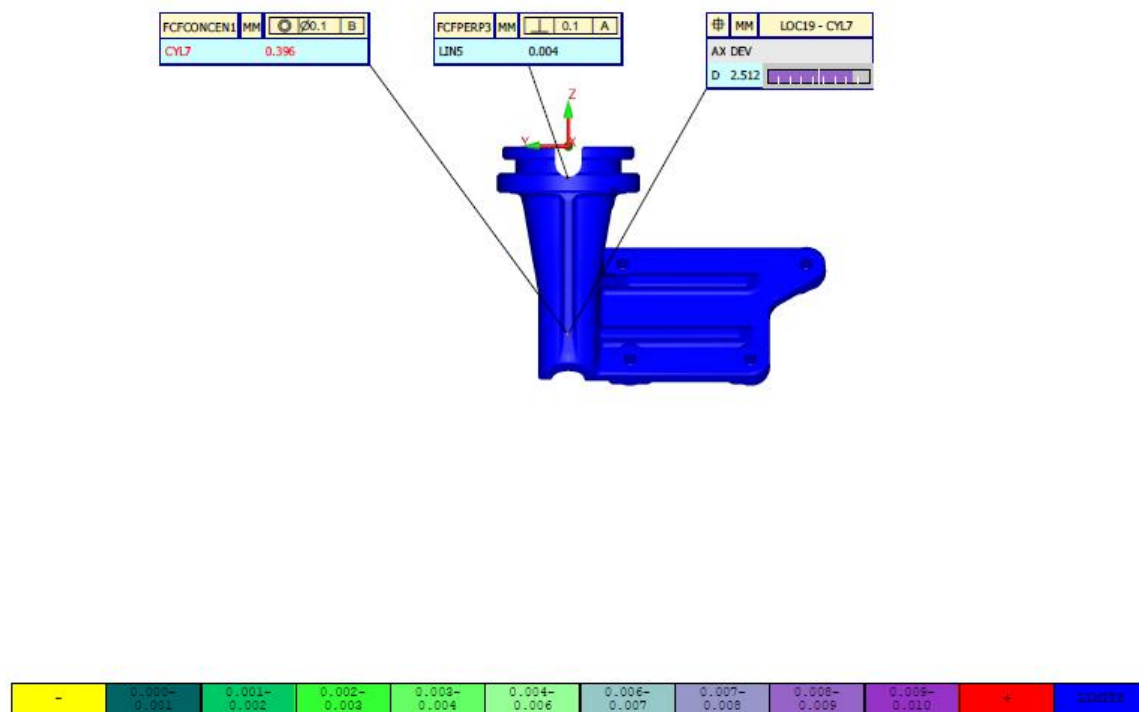
Слика 64d. Извештај у CAD Only Options прозору.



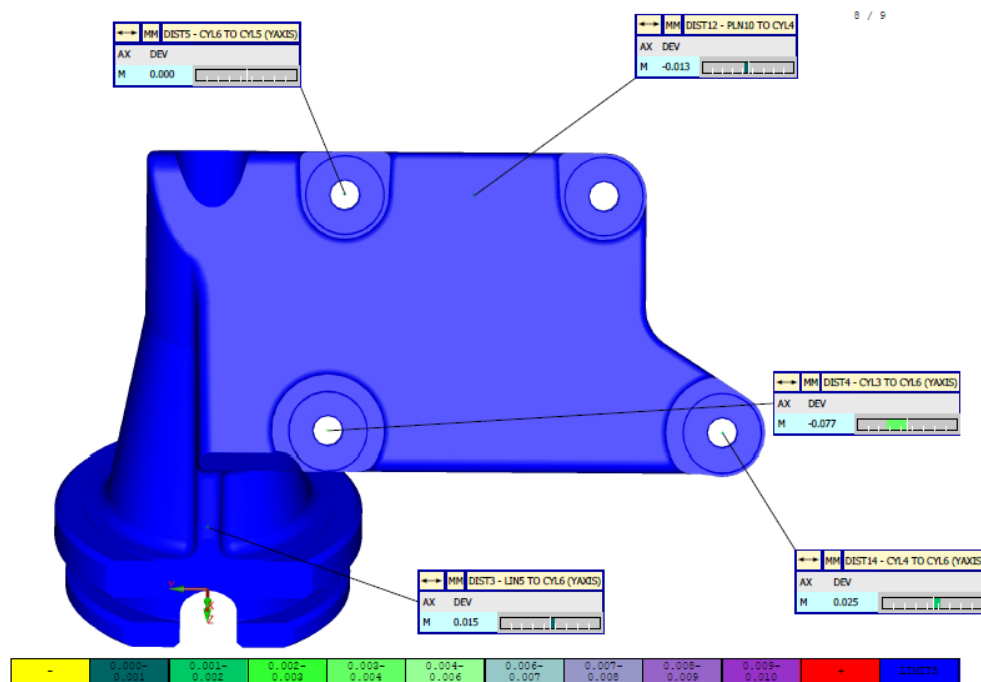
Слика 64е. Извештај у CAD Only Options прозору.



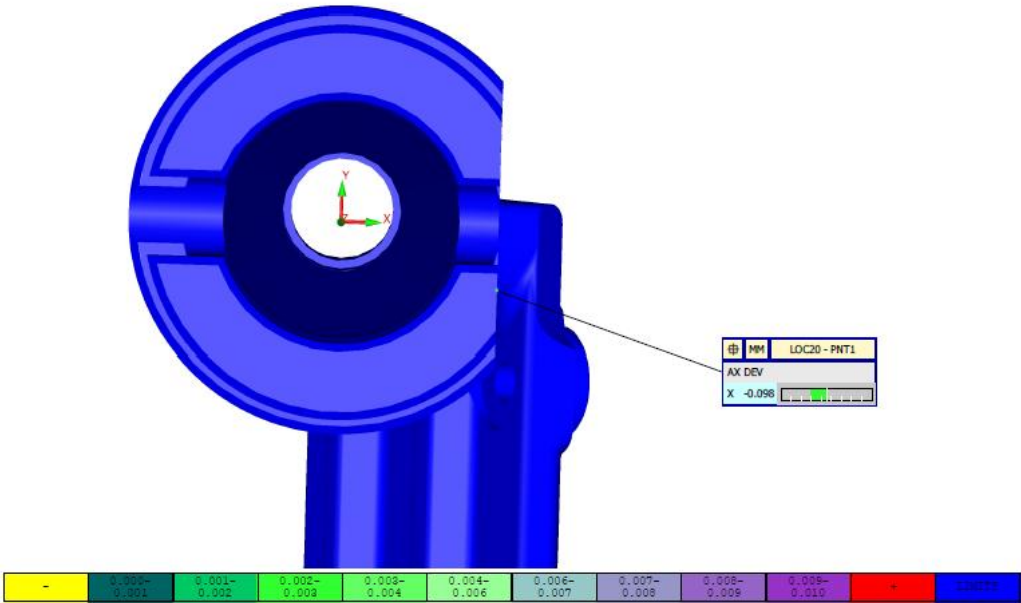
Слика 64ф. Извештај у CAD Only Options прозору.



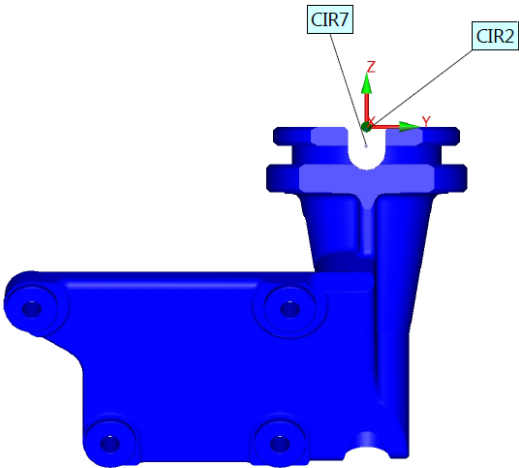
Слика 64g. Извештај у CAD Only Options прозору.



Слика 64h. Извештај у CAD Only Options прозору.

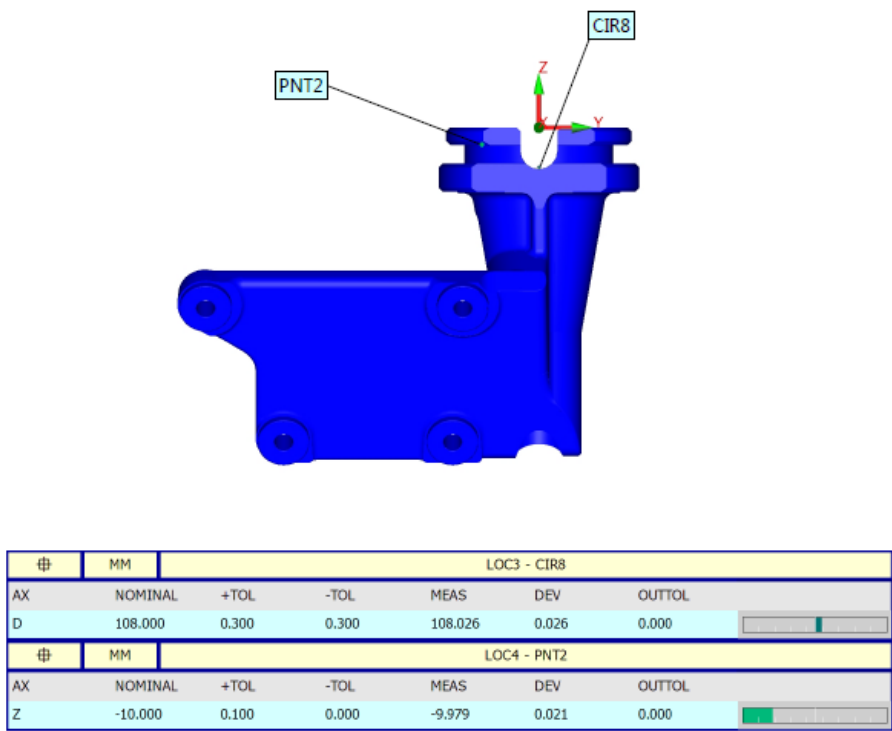


Слика 64i. Извештај у CAD Only Options прозору.

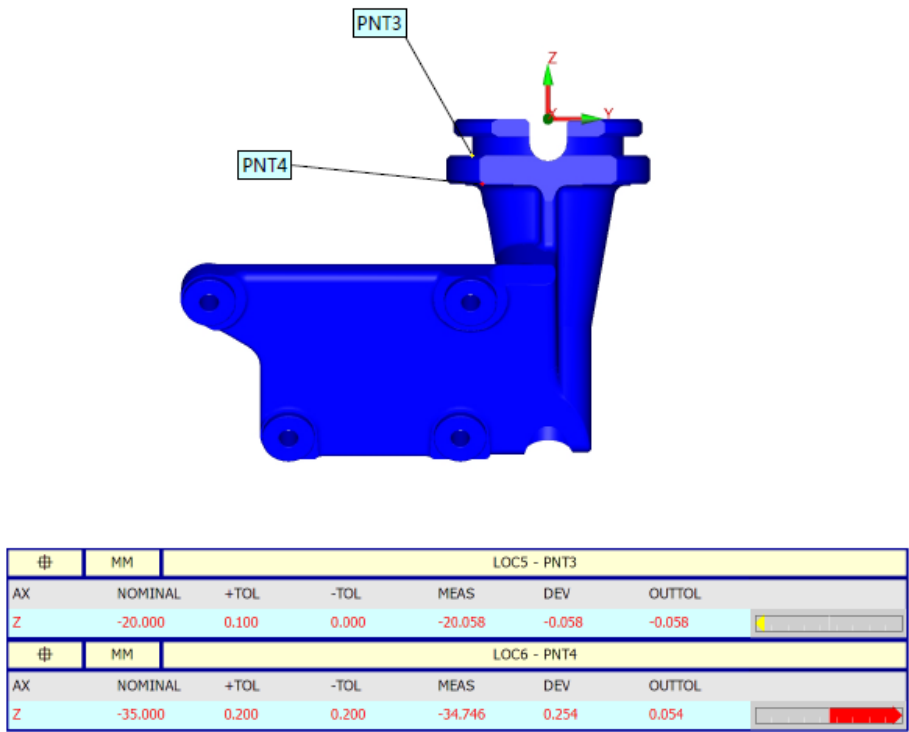


podmis		PART NAME : ADAPTER ZA MONTAZU				May 08, 2013	16:01
		REV NUMBER : V20		SER NUMBER : 5703839		STATS COUNT : 1	
⌀	MM	LOC1 - CIR7					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	80.000	0.000	0.200	79.855	-0.145	0.000	
⌀	MM	LOC2 - CIR2					
AX	NOMINAL	+TOL	-TOL	MEAS	DEV	OUTTOL	
D	100.000	0.300	0.300	100.033	0.033	0.000	

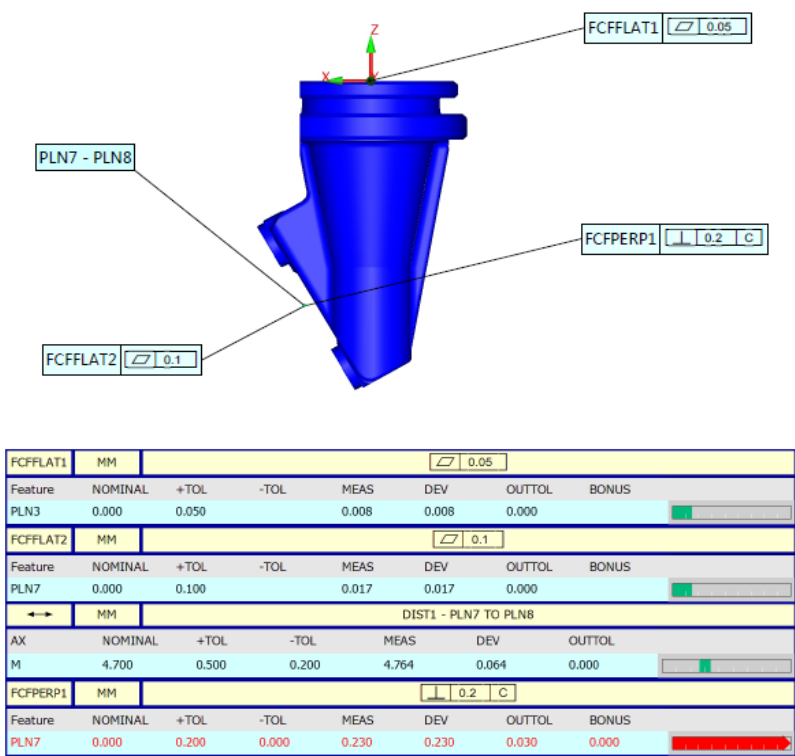
Слика 65a. Извештај у Text-Cad Options прозору.



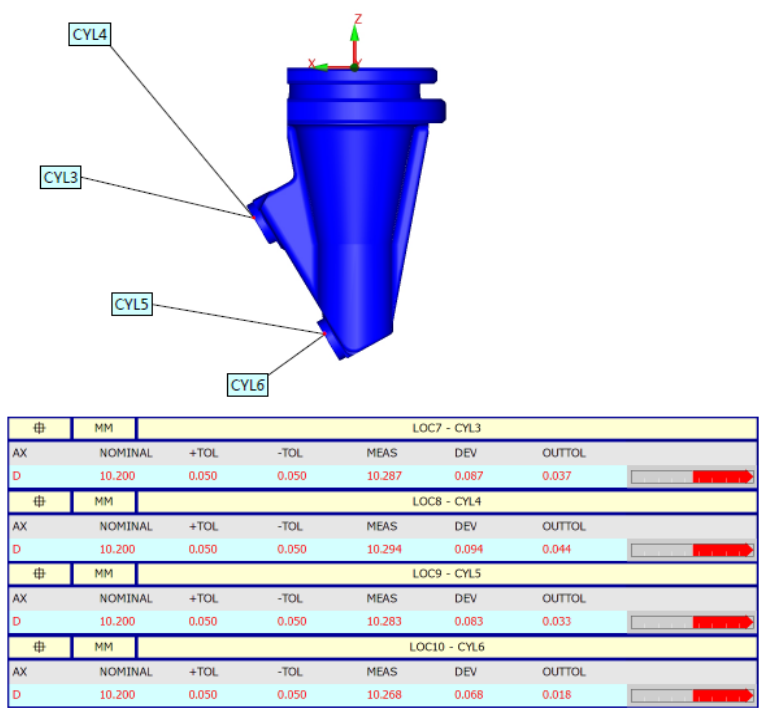
Слика 65b. Извештај у Text-Cad Options прозору.



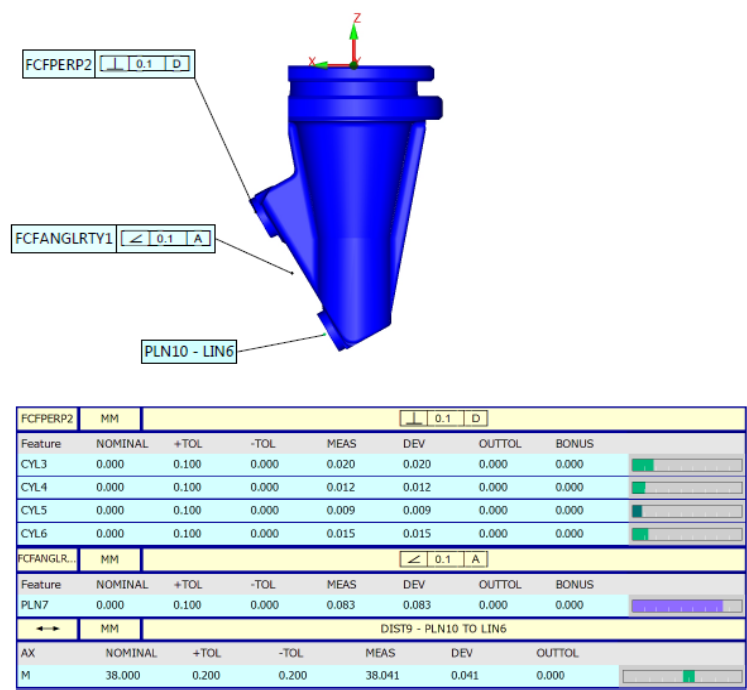
Слика 65ц. Извештај у Text-Cad Options прозору.



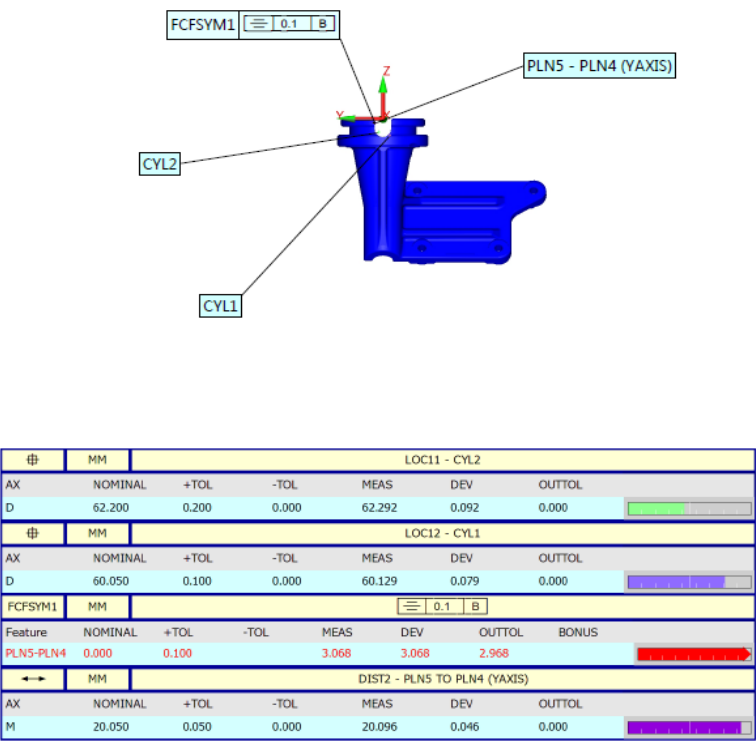
Слика 65d. Извештај у Text-Cad Options прозору.



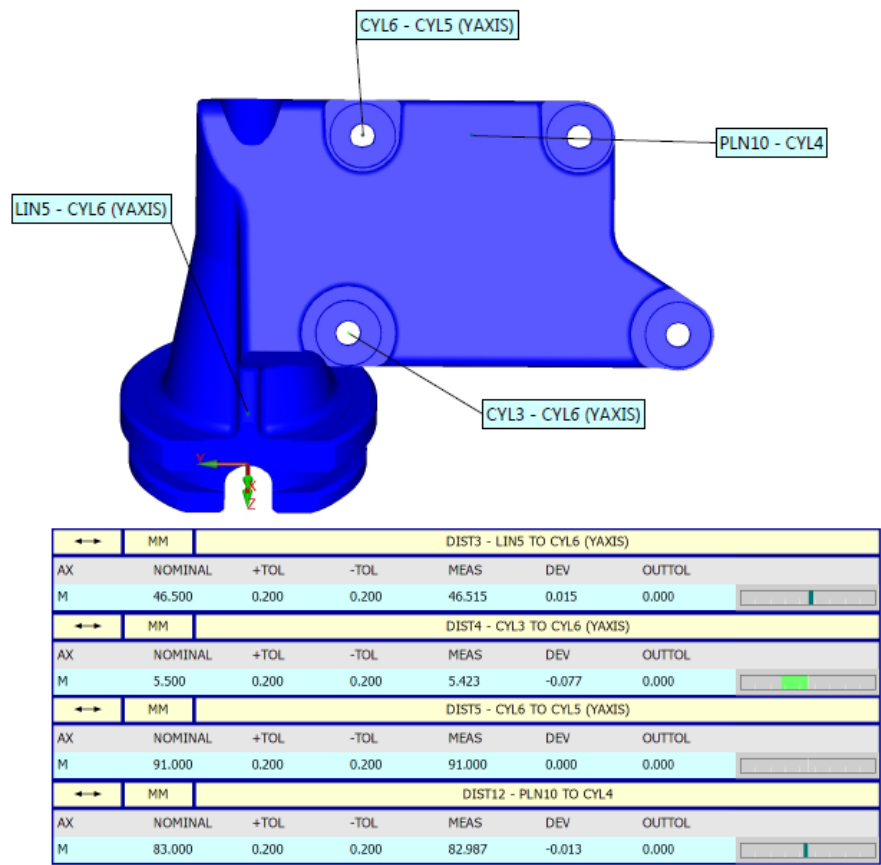
Слика 65e. Извештај у Text-Cad Options прозору.



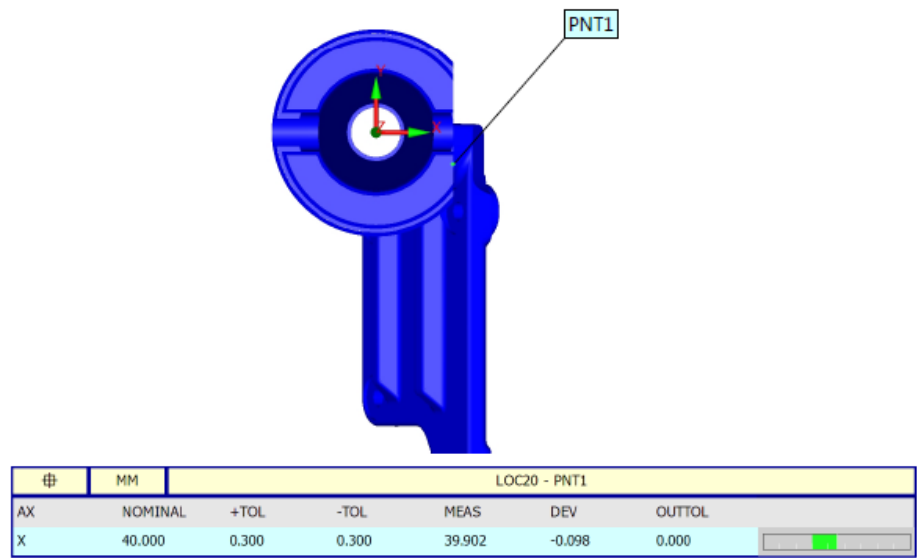
Слика 65f. Извештај у Text-Cad Options прозору.



Слика 65g. Извештај у Text-Cad Options прозору.



Слика 65h. Извештај у Text-Cad Options прозору.



Слика 65i. Извештај у Text-Cad Options прозору.

10.0 Закључак

Сходно самој заступљености *CMM* координатних мерних машина, контроли мерења и управљања помоћу истих, могуће је мерити и најсложеније делове различитих материјала са веома великом прецизношћу и поновљивошћу. Са *CMM*-ом је омогућено смањење трошкова шкарта у целости и повећање саме продуктивности у производњи.

DEA Global Silver Performanse је једна од најпоузданијих мерних машина на тржишту на којој се изврше мерења дела различитих површина храпавости, отвора различитих пречника који су дати пропратном техничком документацијом.

У овом раду представљени су извештаји са контроле мерења **адаптера за монтажу**. Извршена мерења су дата у одређеним толеранцијама и самом документацијом. Циљ испитивања тачнијег мерења је представљање утврђених грешака и смањење шкарта као и уштеда материјала приликом почетка производње.

После мерења добија се више различитих излазних извештаја на којима се уочавају девијације. У зависности од површине која се испитује, добија се и различита вредност мерења.

Различитости мерења у зависности од техничке документације могу се видети на извештајима мерења :

- Концентричност мерења отвора на страни 71. (слика 65ц)
- Мерење цилиндра на страни 72. (слика 65е).
- Паралелности на страни 72. (слика 65д).
- Симетричност површина на страни 73. (слика 65г)

Према овим и осталим излазним извештајима мерења, долази се до закључка да део који је измерен, у овом случају, **адаптер за монтажу**, није саобразан за уградњу.

11.0 Литература

- [1] М. Лазић, Основи Метрологије, Универзитет "Светозар Марковић", Машински факултет у Крагујевцу, Крагујевац, 1987.
- [2] *PC-DMISCoreManual*, HexagonMetrology, 2012.
- [3] *PC-DMISCMMManual*, HexagonMetrology, 2012
- [4] В. Мајсторовић, Ј. Ходолич, "Нунерички управљане мерне машине", Универзитет у Новом Саду, Факултет техничких наука, 1998, Нови Сад