

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Индустијски инжењеринг

Предмет: Производни системи

Број индекса: 36/2012

Милош Г. Антанасковић

Мерење дела на координатној мерној машини 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 Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder 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 2017.

Ментор:

Др Миладин Стефановић

Садржај:

Садржај:.....	2
Резиме	3
Abstract	3
1. Увод	4
2. Координантне мерне машине.....	5
2.1. Координатна мерна машина Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder	6
3. Основне функције PC-DMIS софтверског пакета.....	8
3.1. Рад у аутоматском режиму.....	8
3.2. Процес покретања координатне мерне машине	9
3.3. Креирање новог парт програма	10
3.4. Дефинисање сензора за мерење	12
3.5. Постављање координатног система и калибрација мерне машине	13
4. Реверсни инжењеринг	16
4.1. Подешавање сигуросне равни	18
4.2. Мерење дела	19
5. Контрола квалитета дела	24
6. Закључак.....	40
7. Литература	41

Резиме

У овом раду приказан је процес мерења на мерној машини Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder кроз софтверски пакет PC-DMIS. Као резултат мерења добили смо резултате и табеле са одступањима од дозвољених величина. На основу ових резултата се може закључити да ли је део спреман за употребу.

Кључне речи: Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder, PC-DMIS, CMM, мерење

Abstract

This paper shows the process of measuring with measuring machine Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder 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 if this part can either pass control or not.

Keywords: Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder, PC-DMIS, CMM, measuring

1. Увод

Почеци метрологије дотирају још у 18. веку, односно у периоду 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. [3]

Метрологија је грчка реч која је настала од речи *metron* – мера и *logia* – наука. То је наука која обухвата све теоријске и практичне аспекте мерења и не обазире се на мерну несигурност и област примене.

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.

Области медицине, индустријске производње, безбедности, фармације и слично имају потребу за веома тачним, поузданим и упоредним мерењима и самим тим условљавају развој метрологије, док развој метрологије утиче и доприноси развоју науке, технике и технологије.

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].

У овом раду биће описан рад са координатном мерном машином (СММ) Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder као и рад са PC-DMIS софтверским пакетом. Машина се налази у Хексагон-овом центру на Факултету Инжењерских наука у Крагујевцу.

2. Координантне мерне машине

Координатна мерна машина се користи за мерење физичких геометријских карактеристика објеката. Машине су контролисане ручно од стране оператора или рачунарски. Мерења се врше сондом која је закачена за три помичне осе ове машине. Сонде могу бити механичке, оптичке или ласерске.

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.

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 оператора и сваки оператор је примећивао различите количине притиска на сонду [4].

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].

Да би се избегла непоуздана мерења, додат је мотор за померање осе. Оператери су осе померали користећи контролере, па нису морали више физички додиривати машину. Открићем електронске додирно-прекидне сонде, које су имале челичну лопту која је била натегнута опругом са иглом за записивање, мерна тачност и прецизност су драстично побољшане. При додиру сонде са површином компоненте, игла је скретала и истовремено слала X, Y и Z координате на рачунар.

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 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].

Нови модели имају такозване испитне сонде. Те сонде се помичу дуж површине дела и узимају тачке на посебним интервалима. Ова метода СММ испитивања је прецизнија од додирне методе сонди. Испитивање које може бити коришћено, не само за проверу величине и позиције, већ и за креирање 3D слика дела који меримо, назива се безконтактно испитивање. Ова метода користи ласерско светло које се пројектује насупрот површине предмета.

2.1. Координатна мерна машина Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder

Већ 75 година, TESA одудара на тржишту због својих одличних производа, својих јединствених вештина у микромеханици и прецизним машинским обрадама, као и због свог доказаног искуства у димензионалној метрологији.

TESA бренд је лидер, на глобалном тржишту, у пољу висинских мерача. Због разноврсности инструмената које пружа, укључујући калемере, микрометре, мераче бирања, мераче на принципу полуге и индуктивне сонде.

Преко своје глобалне дистрибутивне мреже, компанија се фокусира на машинство, микро-механичку, аутомобилску, ваздухопловну, часовничарску и медицинску индустрију.

Tesa Micro-Hite 3d 454 recorder (слика 1) координатна мерна машина је једно од најновијих развића у опсегу малих TESA MICRO-HITE 3d машина. Функција која је додата омогућава оператеру да контролише сервомоторе у три координатне осе, али и да репродукује програмирану секвенцу машине у аутоматском режиму. Свако померање се може обавити како ручно, тако и уз помоћ дојстика. Пограмирање унапред није потребно.

Кроз еволуцију контролне мерне машине (СММ), TESA данас обезбеђује флексибилност и једноставну верзију машине за ручно управљање и / или аутоматизацију мерења.



Слика 1 - Tesa Micro hite 3d recorder

Главне карактеристике:

- брзо и лако постављање дела за мерење,
- испитивање дела од тачке до тачке или ручно мерење,
- ZMouse за значајну уштеду времена,
- ручно померање у 3 координатне осе,
- аутоматска репродукција ручног померања машине,
- брзина померања у аутоматском режиму : 200mm/sec,
- TESASTAR-и индексирајућа сонда главе,
- TESA-REFLEX Recorder софтвер.

Иако Tesa Micro-hite 3d recorder има свој TESA-REFLEX Recorder софтвер, може користити и 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. 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].

3.2. Процес покретања координатне мерне машине

Процес покретања машине се састоји из следећих корака:

- обезбеђивање чистоће вођица (користи се алкохол од мин 70%),
- обезбеђивање дотока компресионог ваздуха (слика 2),
- повезивање рачунара са машином,
- покретање PC-DMIS софтвера,
- покретање машине ,
- подешавање мерног пипка на аутоматско управљање уз помоћ џојстика (слика 3).



Слика 2 – Припремна група за компресиони ваздух

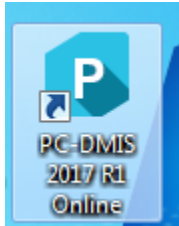


Слика 3 - Џојстик

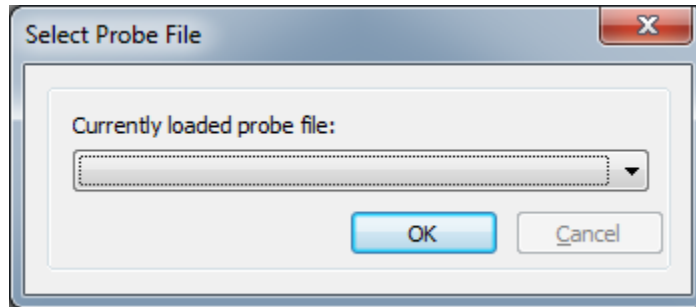
Након обезбеђивања чистоће, дотока компресионог ваздуха и повезивања рачунара са машином, машину покрећемо притиском на дугме.

3.3. Креирање новог парт програма

Након покретања PC-DMIS софтвера кликом на иконицу на десктопу (слика 4), добијамо опцију за бирање сензора за мерење (слика 5). У нашем случају, не бирамо ни један.



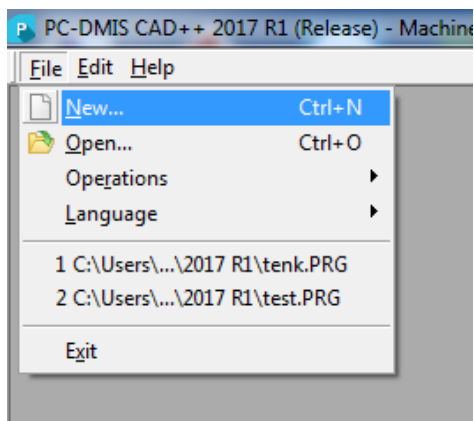
Слика 4 - Иконица



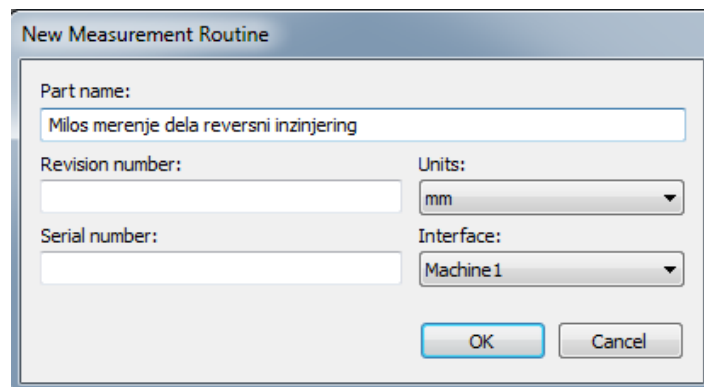
Слика 5 – Бирање сензора за мерење

Кликом на картицу за креирање новог парт програма (слика 6), отвара се прозор који садржи места за уношење података о програму (слика 7):

- Part name
- Revision number
- Serial number
- Units
- Interface

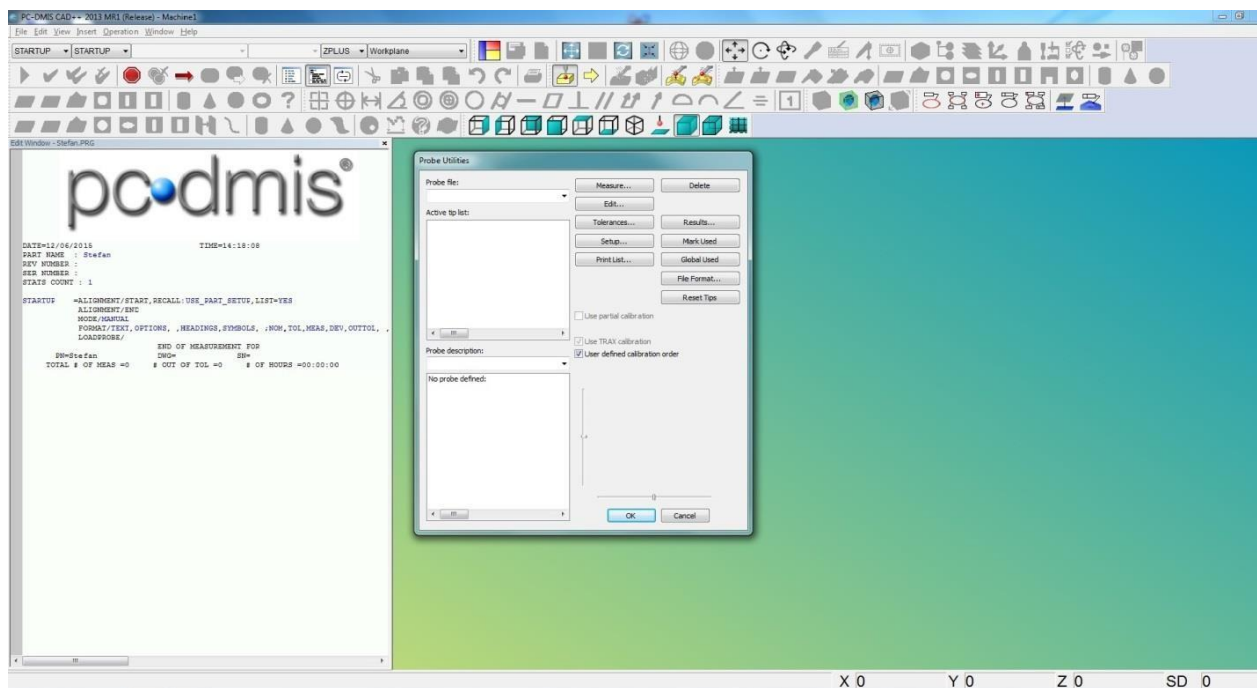


Слика 6 – Картица за креирање

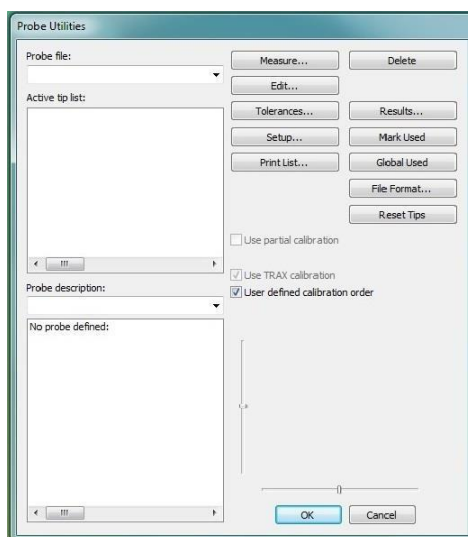


Слика 7 – Прозор за уношење подата о програму новог парт програма

У пољу Part name: смо уписали име дела који меримо.



Слика 8 – Главни интерфејс PC-DIMS

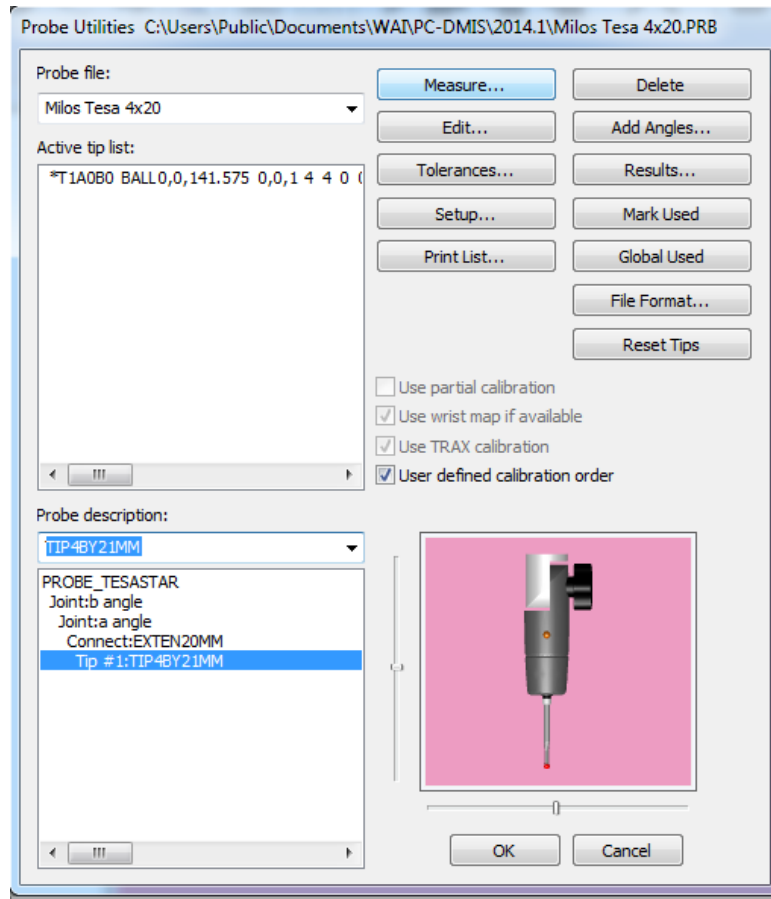


Слика 9 – Избор сензора

По завршетку креирања новог парт програма, аутоматски се отвара главни интерфејс PC-DMIS-а (слика 7) и прозор за избор сензора за мерење (слика 9).

3.4. Дефинисање сензора за мерење

Дефинисање сензора за мерење се врши отварањем новог прозора (Probe Utilities) (слика 10)



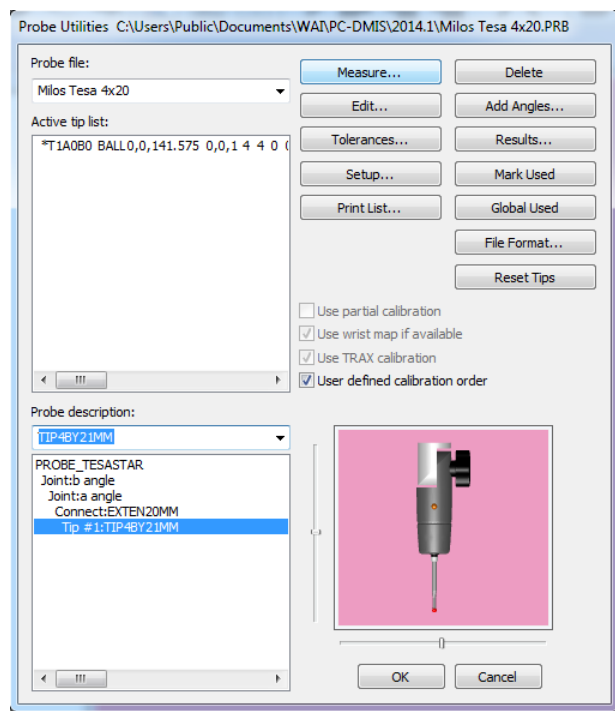
Слика 10 – Probe utilities

Прво уносимо име сензора (Milos Tesa 4x20 са слике). Након тога дефинишемо мерни пипак, продужетак и мерну главу коју користимо. Падајући мени Probe description нам показује листу доступних опција.

3.5. Постављање координатног система и калибрација мерне машине

Координатни систем се поставља искључиво у односу на део који се мери.

Калибрацију мерне куглице вршимо тако што на прозору Probe Utilities кликнемо на Measure опцију (слика 11)



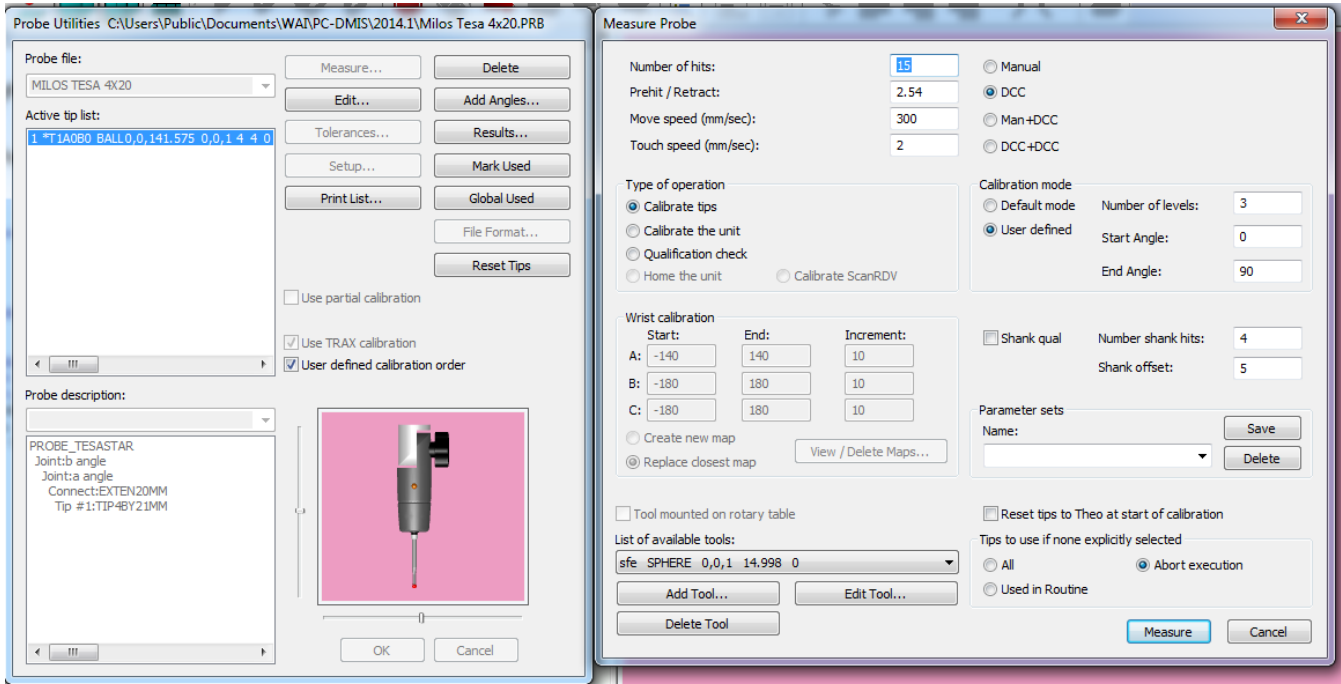
Слика 11 – Measure опција у Probe utilities прозору

Кликом на Measure опцију отварамо нови прозор (слика 12) који се зове Measure Probe и у том прозору се налазе сва подешавања за калибрацију мерне куглице.

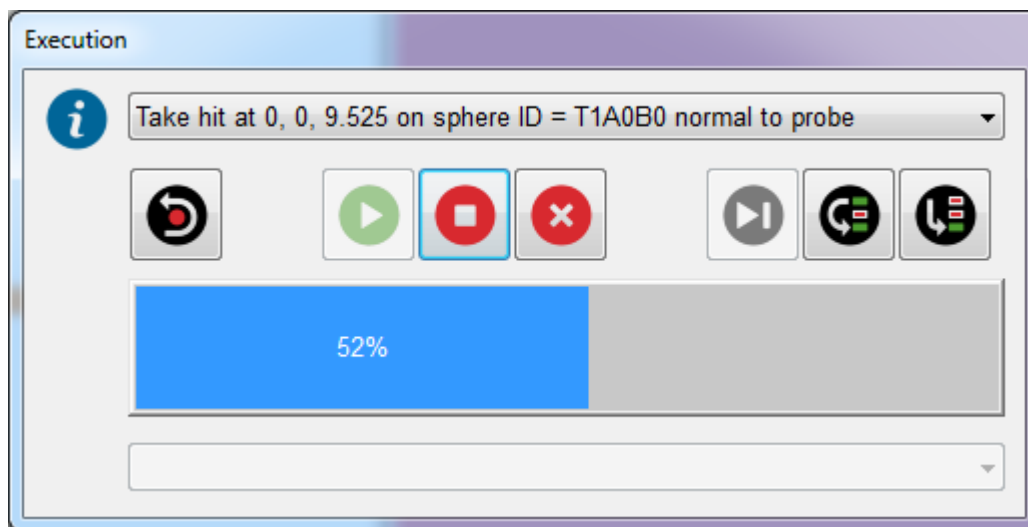
Нама битна подешавања су :

- Number of hits (број додир)
- Move speed (брзина кретања пипка)
- Touch speed (брзина додир куглице)

За број додир бирамо 15, за брзину кретања пипка бирамо 300 mm/sec и за брзину додир куглице бирамо 2mm/sec.



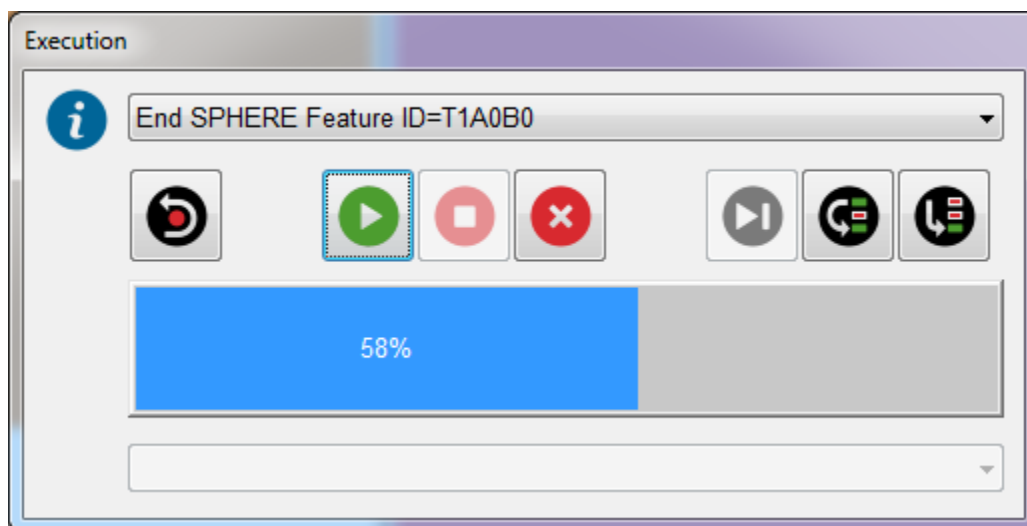
Слика 12 – Measure probe прозор са опцијама за калибрацију куглице



Слика 13 – Захтев програма да мануелно додирнемо куглицу за калибрирање

Даља калибрација се врши тако што куглицом коју калибрирамо, додирнемо куглицу за калибрацију мануелно, као што то од нас програм тражи (слика 13)

Након успешног додира, програм аутоматски калибрира куглицу (слика 14)..

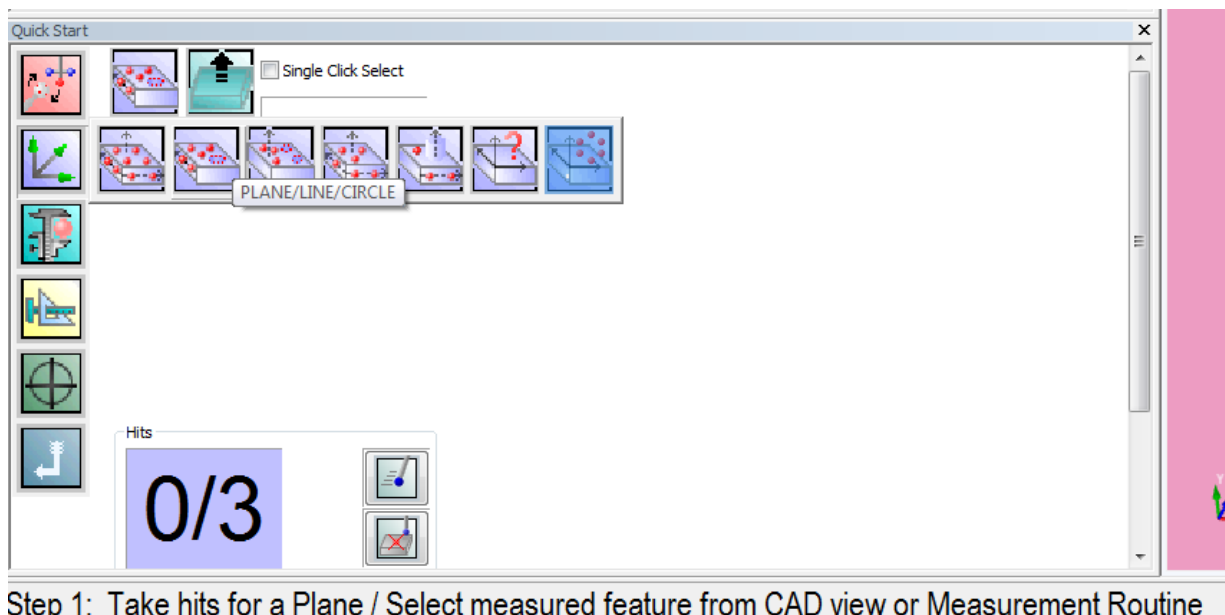


Слика 14 – Аутоматска калибрација куглице

Стандард девијације не треба да превазилази вредност прецизности мерне машине. Уколико, након калибрације, превазилази вредност прецизности, проверити чистоћу и затегнутост мерног пипка

4. Реверсни инжењеринг

Да би одрадили реверсни инжењеринг дела који смо изабрали, морамо прво да поставимо координатни систем. Отварамо прозор Alignments и бирамо опцију Quick Start. Кликом на Quick start опцију, отвара се нови прозор на коме видимо 6 иконица. Бирамо иконицу координатног система који нам нуди 7 врста координатних система. За наш део користимо plane/line/circle координатни систем (слика 15).



Слика 15 – Бирање координатног система за мерење дела

Машина захтева од нас да мануелно додирнемо три тачке да би одредила раван, четири тачке за одређивање кружности и две тачке за одређивање линије.

```

Edit Window - Milos merenje dela reversni inzinjering.PRG
PART NAME : Milos merenje dela reversni inzinjering
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/MILOS TESA 4X20
          TIP/T1A0B0, SHANKIJK=0, 0, 1, ANGLE=0
PLN1      =FEAT/PLANE,CARTESIAN,TRIANGLE
          THEO/<209.018,144.7,-423.802>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>
          ACTL/<209.018,144.7,-423.802>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>
          MEAS/PLANE,4
            HIT/BASIC,NORMAL,<194.26,152.481,-423.806>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>,<194.26,152.481,-4
            HIT/BASIC,NORMAL,<209.349,162.063,-423.796>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>,<209.349,162.063,
            HIT/BASIC,NORMAL,<223.372,135.177,-423.8>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>,<223.372,135.177,-4
            HIT/BASIC,NORMAL,<209.092,129.079,-423.805>,<-0.0003658,-0.0002775,0.9999999>,<209.092,129.079,
          ENDMEAS/
A1         =ALIGNMENT/START,RECALL:STARTUP,LIST=YES
          ALIGNMENT/LEVEL,ZPLUS,PLN1
          ALIGNMENT/END
LIN1       =FEAT/LINE,CARTESIAN,UNBOUNDED
          THEO/<209.573,127.494,-422.421>,<0.0306237,0.999531,0>
          ACTL/<209.573,127.494,-422.421>,<0.0306237,0.999531,0>
          MEAS/LINE,2,FEATURE=PLN1
            HIT/BASIC,NORMAL,<209.573,127.494,-422.422>,<-0.999531,0.0306237,0>,<209.573,127.494,-422.422>,
            HIT/BASIC,NORMAL,<210.653,162.758,-422.42>,<-0.999531,0.0306237,0>,<210.653,162.758,-422.42>,US
          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/<151.613,-204.606,-428.376>,<0,0,1>,24.936
          ACTL/<151.613,-204.606,-428.376>,<0,0,1>,24.936
          MEAS/CIRCLE,4,FEATURE=PLN1
            HIT/BASIC,NORMAL,<150.376,-192.205,-429.031>,<0.0989952,-0.9950879,0>,<150.243,-192.215,-429.02
            HIT/BASIC,NORMAL,<151.083,-217.057,-427.244>,<0.042334,0.9991035,0>,<150.934,-217.054,-427.239>
            HIT/BASIC,NORMAL,<164.054,-203.856,-428.745>,<-0.9981914,-0.0601153,0>,<164.068,-204.007,-428.8
            HIT/BASIC,NORMAL,<139.145,-204.771,-428.385>,<0.9999128,0.0132052,0>,<139.144,-204.731,-428.438
          ENDMEAS/
A3         =ALIGNMENT/START,RECALL:A2,LIST=YES
          ALIGNMENT/TRANS,YAXIS,CIR1
          ALIGNMENT/TRANS,XAXIS,CIR1
          ALIGNMENT/TRANS,ZAXIS,PLN1
          ALIGNMENT/END
          MODE/DCC
          CLEARP/ZPLUS,25,ZPLUS,0,ON

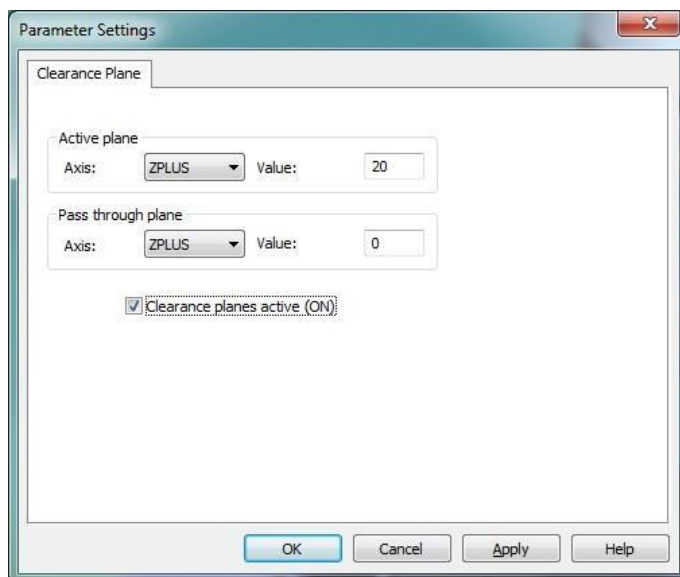
                                END OF MEASUREMENT FOR
PN=Milos merenje dela reversni inzinjering          DWG=          SN=
TOTAL # OF MEAS =0          # OUT OF TOL =0          # OF HOURS =00:00:00

```

Слика 16 – Програм постављеног координатног система

Након мануелног одређивања равни, кружнице и линије, PC-DMIS понавља мерење аутоматски ради прецизнијег постављања система и исписује програм мерења (слика 16).

4.1. Подешавање сигуросне равни

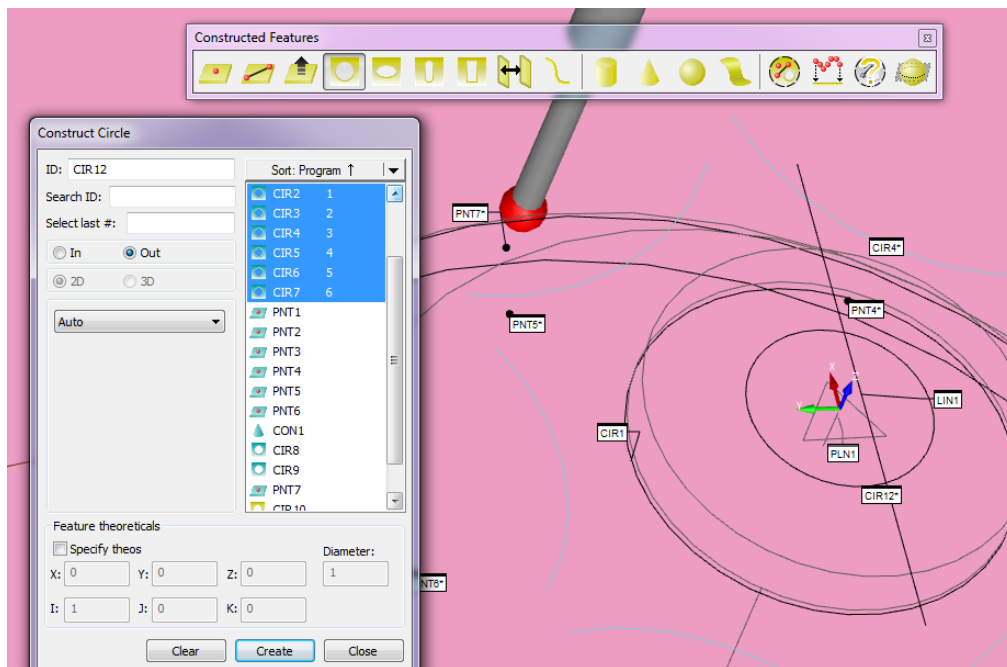


Слика 17 – Подешавање сигуросне равни

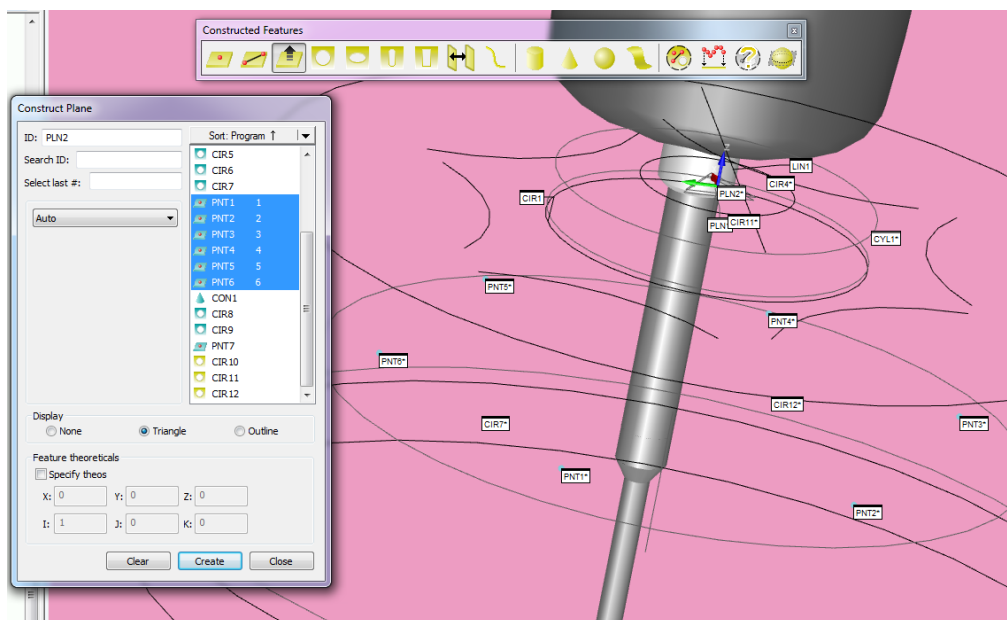
Ово подешавање омогућава прављење сигуросне равни која се налази на одређеној удаљености у односу на XY раван референтног координатног система (слика 17).

4.2. Мерење дела

Да бисмо пројектовали део, морамо мерном машином обележити равни, линије и кружнице. Прво смо мануелно обележавали спољашни део, а затим и унутрашњи.



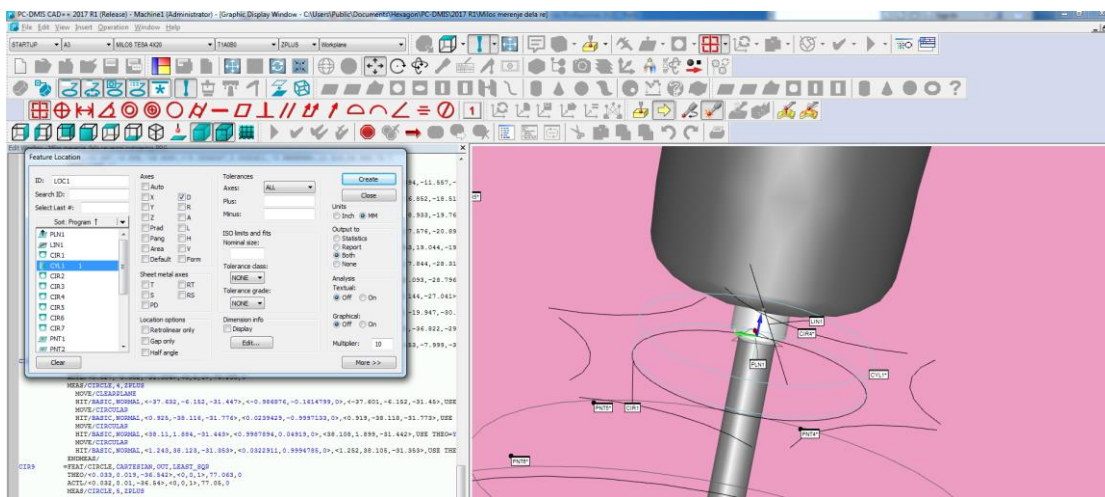
Слика 18 – Обележавање спољашних кружница



Слика 19 – Обележавање равни

Потом смо укључили аутоматски режим и пустили машину да обележи равни, линије и кружнице ради прецизнијих података. (слике 18 и 19)

Након обележавања конструисаних равни, кружница и линија, почињемо са мерењем. Мерење се врши тако што на прозору са обележеним фичерима кликнемо на дугме Create (слике 18 и 19). Кликом на Create, отвара се нови прозор (слика 20) на коме можемо видети нове опције, попут приказивања димензија по осама итд. На слици 20 у новом прозору је штиклирано само D, што означава пречник кружнице које смо у том тренутку мерили.

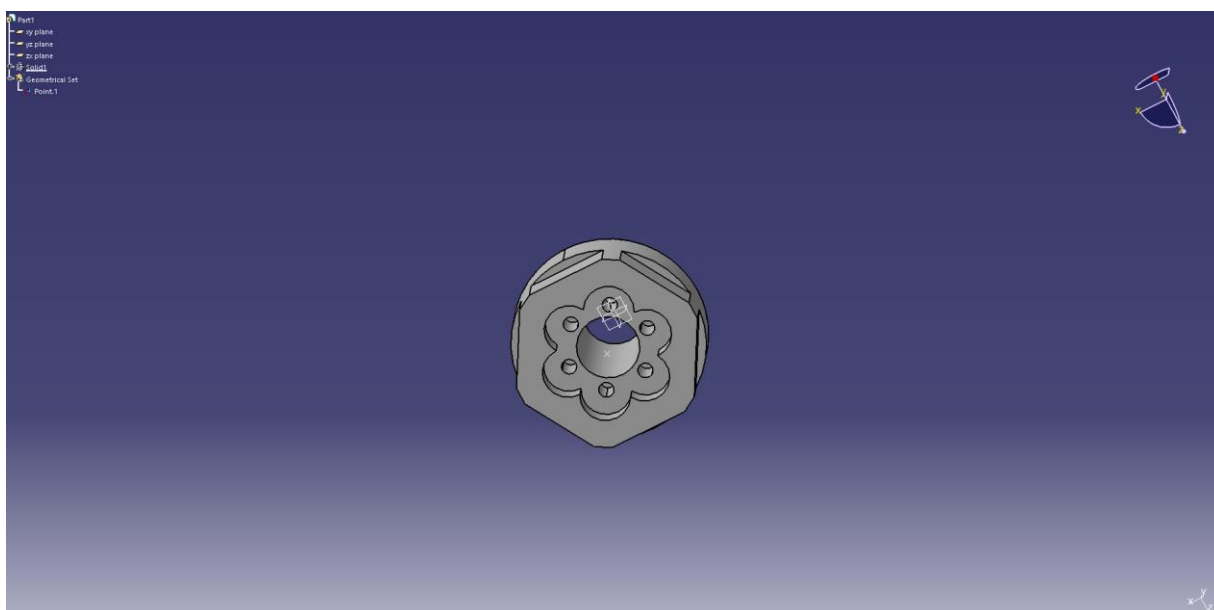


Слика 20 – Мерење пречника кружнице уз помоћ фичера

Као резултате мерења добили смо извештаје које можете видети на сликама 21, 22, 23 и 24. На основу истих, пројектовали смо део у програму за моделовање Catia v5. (слике 25 и 26)



Слика 25 – Део моделиран у програму Catia v5 (поглед са спољашње стране)

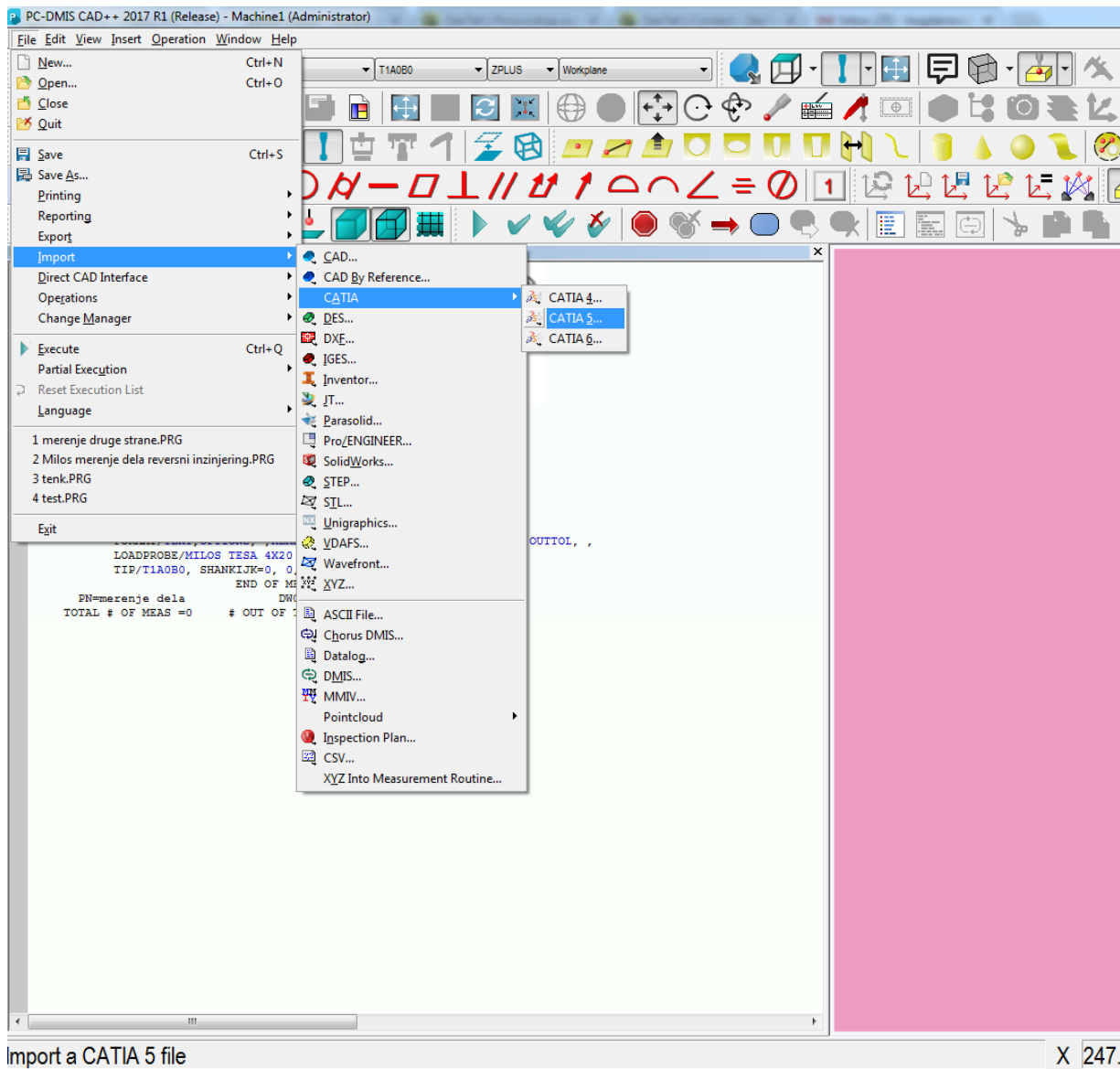


Слика 26 – Део моделиран у програму Catia v5 (поглед са унутрашње стране)

Приказ модела дела израђеног у програму за моделирање Catia v5.

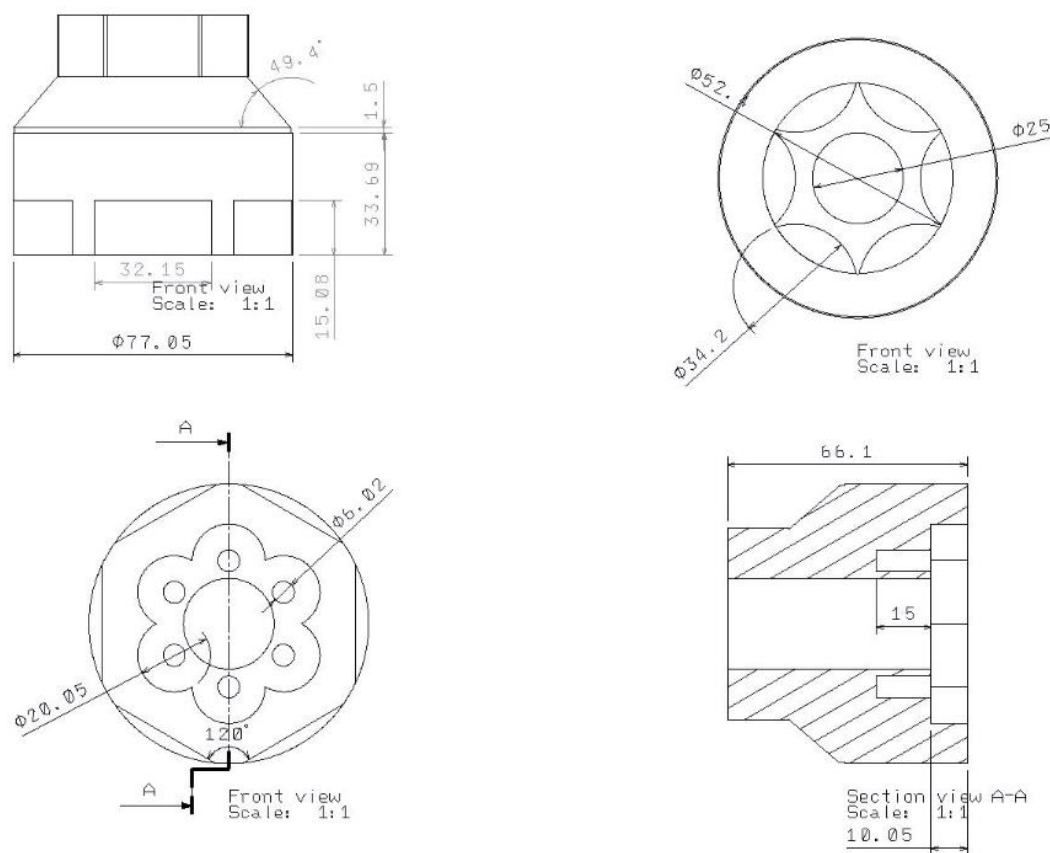
5. Контрола квалитета дела

Контрола квалитета дела проверава колико део одудара од техничког цртежа(слика 28).



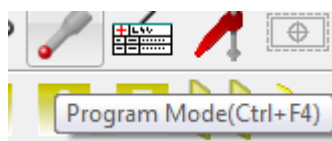
Слика 27 – Импортовање модела из програма Catia v5

У PC-DMIS-у можемо проверити то тако што ћемо покренути нови програм и импортовати модел из програма Catia v5. (слика 27)



Слика 28 – Технички цртеж дела

Уместо да мануелно пипком меримо део, мерићемо га такозваним Program Mode-ом (слика 29).



Слика 29 – Program mode

За задати део Program mode извршава парт програм претходно урађен у PC-DMIS.

Пример парт програма који координатна мерна машина извршава :

PART NAME : Milos

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>

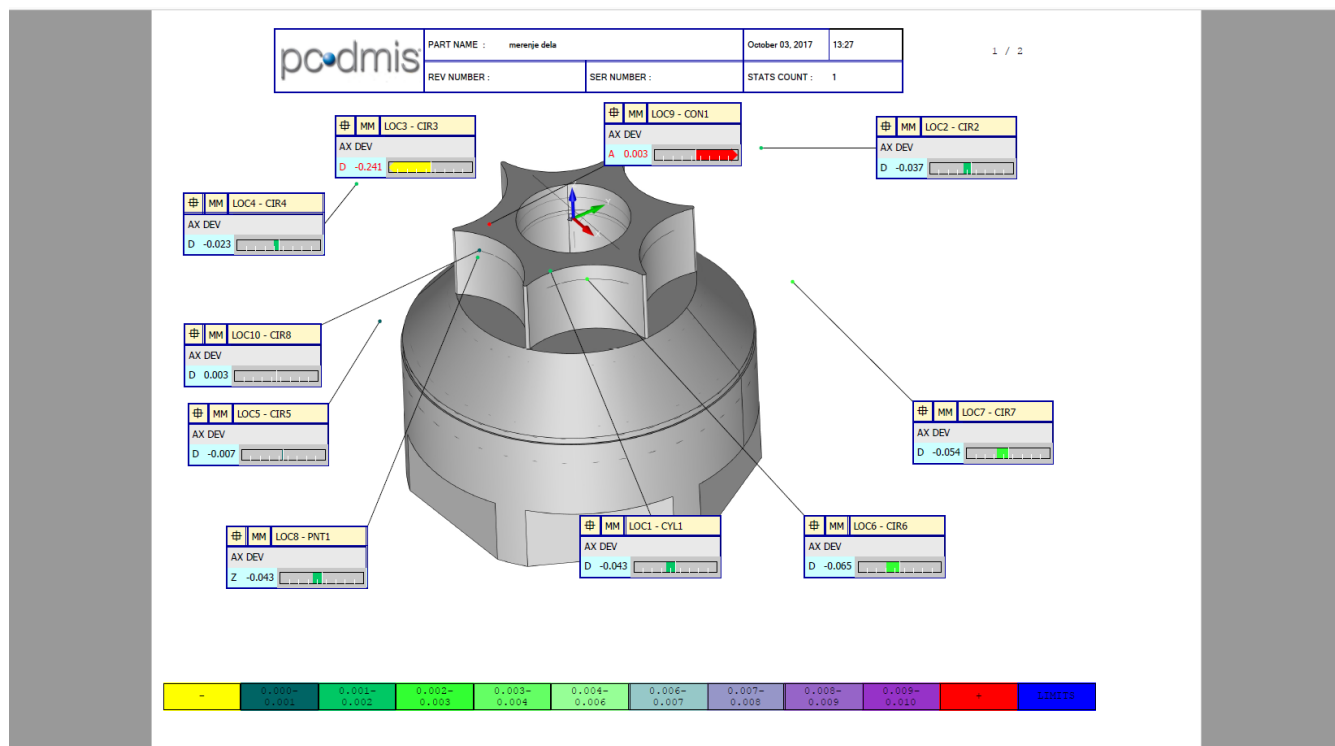
```

```

        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

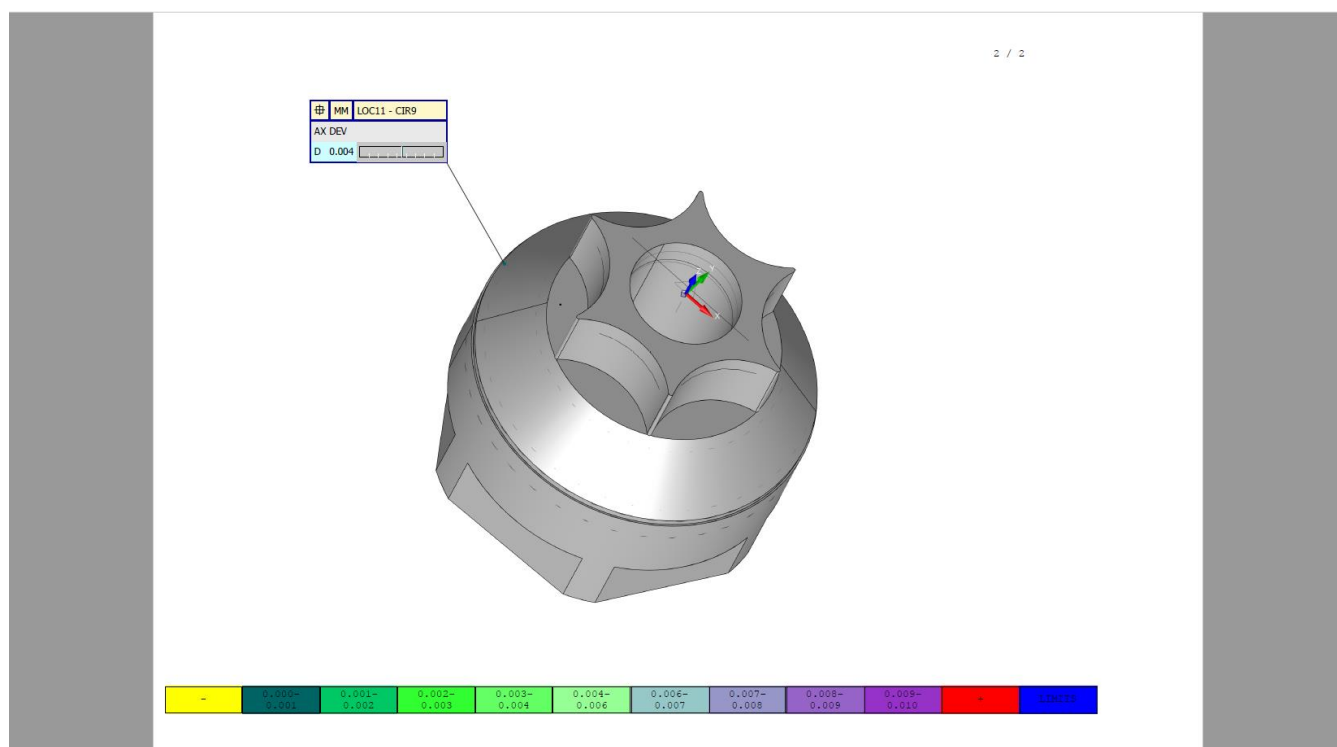
```

```
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>
```



Слика 30 – Извештај број 3, први део

Након извршавања парт програма добијамо извештај (слике 30 и 31) о девијацијама.



Слика 31 – Извештај број 3, други део

На основу приказаних девијација можемо закључити да део не задовољава услове производње.

6. Закључак

Након рада на координатној мерној машини и рада у програму PCDMIS, можемо закључити да је метрологија знатно напредовала. TESA Micro-hite 3d 454 recorder нам омогућава много брже и једноставније мерење.

Уз помоћ PC-DMIS-а веома се лако могу прикупити и анализирати подаци. Коришћењем овог програма постижу се најбоље перформансе скенирања на лак и ефикасан начин.

Комбинација Tesa Micro-hite 3d 454 recordera и PC-DMIS-а дозвољава мерење и контролу квалитета било код дела великом прецизношћу. Због њихове поузданости су освојили светско тржиште у пољу метрологије.

У областима медицине, индустријске производње, безбедности, фармације и слично су машине овог типа веома корисне јер 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.

7. 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
- [10] <http://support.hexagonmetrology.us/ics/support/DLRedirect.asp?fileID=163822> (сајту приступљено 02.10.2017.)