

Programiranje i primjena trokoordinatnog mjernog uređaja u kontroli kvalitete

Toplek, Luka

Undergraduate thesis / Završni rad

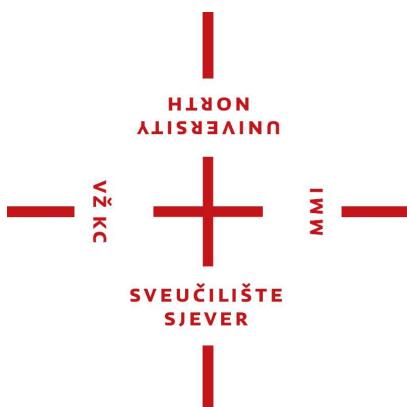
2018

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://urn.nsk.hr/um:nbn:hr:122:170433>

Rights / Prava: [In copyright/Zaštićeno autorskim pravom.](#)

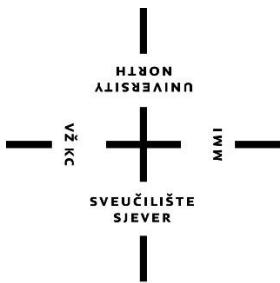
Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





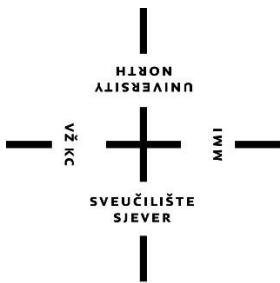
Sveučilište Sjever

Završni rad br. 255/PS/2018

PROGRAMIRANJE I PRIMJENA TROKOORDINATNOG MJERNOG UREĐAJA U KONTROLI KVALITETE

TOPLEK LUKA, 1990/336

Varaždin, lipanj 2018. godine



Sveučilište Sjever

Odjel za Proizvodno strojarstvo

Završni rad br. 255/PS/2018

PROGRAMIRANJE I PRIMJENA TROKOORDINATNOG MJERNOG UREĐAJA U KONTROLI KVALITETE

Student

TOPLEK LUKA, 1990/336

Mentor

Živko Kondić, dr.sc.prof.

Varaždin, lipanj 2018. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

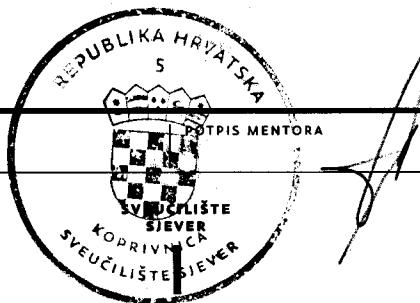
ODJEL	Odjel za strojarstvo		
PRISTUPNIK	TOPLEK LUKA	MATIČNI BROJ	1990/336
DATUM	20.SVIBNJA 2018	KOLEGIJ	KONTROLA KVALITETE
NASLOV RADA	PROGRAMIRANJE I PRIMJENA TROKOORDINATNOG MJERNOG UREĐAJA U KONTROLI KVALITETE		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	PROGRAMMING AND APPLICATION OF THREE COORDINATE MEASURING DEVICES IN QUALITY CONTROL		
MENTOR	ŽIVKO KONDIĆ	ZVANJE	PROF.DR.SC.
ČLANOVI POVJERENSTVA	1. Veljko Kondić, mag.ing.mech.,predavač 2. Marko Horvat, dipl.ing., predavač 3. Prof.dr.sc. Živko Kondić, mentor 4. dr.sc. Zlatko Botak, viši predavač 5. _____		

Zadatak završnog rada

BROJ	255/PS/2018
OPIS	<p>U zadatku je potrebno:</p> <ul style="list-style-type: none">-U uvodnom dijelu završnog rada potrebno je dati poveznici i kratko pojašnjenje uloge i mesta mjerena i kontrole kvalitete u postupcima osiguranja kvalitete proizvoda.-Opisati detaljno trokoordinatni mjerni uređaj (namjenu, osnovne dijelove, način upravljanja te njegovo programiranje).-Detaljno opisati mjernu glavu sustava i ticala.-U praktičnom dijelu rada potrebno je opisati postupak<ul style="list-style-type: none">-programiranja mjernog uređaja-postavljanja proizvoda na mjesto gdje se provodi mjerjenje-zauzimanje nultočaka i pokretanje programa za mjerjenje-prikazati mjerni izvještaj-U zaključnom dijelu rada potrebno je dati kritički osvrt na postupak mjerena, programiranja itemjesta i uloge mjernog trokoordinatnog uređaja.

ZADATAK URUČEN

14.06.2018.



Sažetak

U ovom završnom radu opisan je rad te primjena 3D Mjernog uređaja Metris u tvrtci TMT d.o.o. iz Čakovca.

Zbog tražene kvalitete od strane kupaca te sve kompleksnijih proizvoda u današnje vrijeme u kontrolnim laboratorijima sve češće se koriste trokordinatni mjerni uređaji. Ti uređaji znatno ubrzavaju kontrolu proizvoda te nam omogučavaju visoku preciznost i točnost.

Rad se sastoji od teoretskog i eksperimentalnog djela.

U teoretskom dijelu opisat ćemo općenito trokordinatne mjerne uređaje te njihovu primjenu, dok ćemo u eksperimentalnom dijelu prikazati programiranje Metris uređaja u programu CMM Manager te mjerjenje proizvoda pomoću programa koji ćemo izraditi.

Popis korištenih kratica

CAQC ComputerAidedQualityControl
Računalom podržana kontrola kvalitete

TMU Trokoordinatni mjerni uređaj

Sadržaj

1.	Uvod.....	1
2.	Mjerenje i kontrola kvalitetete	2
2.1.	Metrologija	3
2.2.	Kontrola.....	4
3.	Trookordinatni mjerni uređaji.....	5
3.1.	Osnovni dijelovi TMU-a	6
3.2.	Izvedba TMU-a	6
3.3.	Upravljanje TMU-om.....	8
3.4.	Programiranje TMU-a	9
4.	Mjerne glave i ticala.....	11
4.1.	Podjela mjernih sondi.....	13
4.1.1.	Optičke transmisijske sonde.....	14
4.1.2.	Motorizirane mjerne sonde.....	15
4.1.3.	Mjerne sonde s višestrukim iglama za mjerenje	16
5.	Praktični dio	17
5.1.	Opis postupka.....	18
5.1.1.	Programiranje Metrisa.....	19
5.1.2.	Postavljanje mjereneog proizvoda na stol mjernog uređaja.....	20
5.1.3.	Uzimanje nultočka i pokretanje programa za mjerjenje.....	23
5.1.4.	Izrada mjernog izvještaja.....	27
6.	Zaključak.....	30
7.	Literatura	31

1. Uvod

Tema završnog rada je primjena trokoordinatnog mjernog uređaja Metris u kontroli kvalitete, njegova primjena, uporaba te programiranje. U radu ćemo prikazati primjenu 3D mjernog uređaja Metris u poduzeću TMT d.o.o. Čakovec. Za detaljnije mjerjenje uzet ćemo jedan od kompleksnijih proizvoda te ćemo prikazati dio mogučnosti mjerjenja mjernog uređaja Metris.

Mjerjenje i kontrola kvalitete važan su dio današnjih poduzeća koje se bave preciznom strojnom obradom i koje teže kvaliteti koja je danas na visokoj razini te kupac izričito traži visoku kvalitetu proizvoda. Proizvodi su sve kompleksniji, a kriteriji sve veći. Zato je sve češća primjena modernih uređaja za mjerjenje proizvoda, a jedan od takvih je i tema ovog rada.

Na početku radu bit će ukratko opisan postupak kontrole kvalitete te njegova važnost u današnje vrijeme. Također će biti ukratko opisani današnji mjerni uređaji koji se primjenjuju u mjernim laboratorijima.

Zatim slijedi detaljan opis trokordinatnih mjernih uređaja te njihova primjena i važnost u današnjim poduzećima. Detaljnije će biti opisan trokordinatni mjerni uređaj Metris koji se koristi u tvrtci TMT d.o.o.

Nakon detaljnijeg opisa mjernog uređaja Metris biti će prikazan eksperimentalni dio koji se sastoji od kalibracije, programiranja, mjerjenja proizvoda te završnih rezultata mjerjenja.

2. Mjerenje i kontrola kvalitete

Proizvodna mjerenja su zastupljena kako u proizvodnji običnih svakodnevnih proizvoda široke potrošnje tako i proizvoda visokog nivoa obrade, pojedinačno napravljenih za specijalne namjene, proizvoda koji su rezultat razvoja i primjene visokih tehnologija. Shodno proizvodu i procesu proizvodnje koristi se odgovarajuća mjerna i kontrolna oprema. [1]

2.1. Metrologija

Metrologija ili nauka o mjerenu je specijalizirani dio pojedinih prirodnih i tehničkih nauka koji se bavi metodama mjerenja fizikalnih veličina, razvojem i izradom mjernih uređaja, reprodukcijom i pohranjivanjem mjerensih jedinica, te svima ostalim aktivnostima koje omogućavaju mjerenu i usavršavanje mjerensih postupaka. [2] Da bi se ostvario točan i odgovarajući rezultat, treba se koristiti ispravan mjerni instrument tijekom cijele proizvodnje. Provjera točnosti vrši se pomoću njihovog umjeravanja te dobiveni rezultati moraju biti zapisani i dokumentirani na odgovarajući i propisani način. Industrijska proizvodnja zahtijeva česta mjerenu. U tehničkoj dijagnostici se vrše mjerenu u cilju utvrđivanja stanja tehničkih sustava. Nakon konstrukcije novog proizvoda vrši se ispitivanje karakteristika prototipnog rješenja. Kontrola i mjerenu se vrše u svrhu automatskog upravljanja procesima. Praćenje toka proizvodnje i određivanje škarta određuje se korištenjem mjerenu uz korištenje specijalne opreme. Bez mjerenu se ne može zamisliti kontrola kvalitete proizvoda. Kao i svaki odgovoran posao, tako i poslove mjerenu mora ispravno izvršiti osoba koja je teorijski i praktično kvalificirana za takve poslove. Jedna od definicija mjerenu je skup aktivnosti čiji je cilj dobivanje vrijednosti mjerene veličine. Ono obuhvaća teoriju i praksu mjerenu. Slijed definiranih radnji koji se upotrebljava za provođenje mjerenu u skladu sa određenim metodama naziva se mjereni postupak. Mjereni postupak s obzirom na realnu okolinu i vrijeme obuhvaća: predmet mjerenu, mjeritelja i mjerenu metodu. Već spomenuta mjerena metoda dijeli se na 3 vrste:

- a) Izravnu mjerenu metodu – metoda u kojoj se vrijednost mjerene veličine određuje izravno, bez mjerenu drugih veličina funkcijски povezanih s mernom veličinom.
- b) Diferencijsku mjerenu metodu – mjerena metoda u kojoj se mjerena veličina uspoređuje s istovrsnom veličinom poznate vrijednosti malo različitom od mjerene veličine, a mjeri se razlika tih 2 vrijednosti
- c) Posrednu mjerenu metodu – metoda u kojoj se vrijednost mjerene veličine određuje mjerenu drugih veličina što su s njom funkcijски povezane. [3]

2.2. Kontrola

Postupak kontrole spada u objektivne postupke ispitivanja. Razlikuje se od mjerena. Kontrolom se ne dobivaju brojčane vrijednosti kontroliranih veličina. Dobiva se informacija da li je neka dimenzija mjerenog objekta u granicama ili izvan granica postavljenih dimenzija i njihovih tolerancija. Rezultati kontrole pomažu u donošenju odluka u procesu proizvodnje. Tim rezultatima se određuje da li je neki komad dobar, loš ili za doradu. Kontrolom se dobiva informacija o karakteru procesa kojim se izrađuje kontrolirani komad. Na osnovu rezultata kontrole zaključuje se o stabilnosti procesa ili potrebi korekcije upravljanja tehnološkim procesom.

Kontrola se prema procesu proizvodnje može organizirati kao:

- Ulazna
- Kontrola u toku proizvodnje
- Međufazna
- Međuoperacijska
- Završna

Ulaznom kontrolom ili predprocesnom se utvrđuje kvaliteta ulaznih materijala u proces, adekvatnost pribora i alata, maziva i pomoćnih sredstava. Ova vrsta kontrole može biti dogovorena i često je zadatak isporučitelja navedenih kontroliranih stvari.

Kontrola u toku proizvodnje je:

- Međuoperacijska kontrola je kontrola koja se vrši nakon jedne ili više operacija u proizvodnom procesu. Uključuje dimenzionalne kontrole i kontrole parametara procesa.
- Međufazna kontrola proizvodnje se uspostavlja na granici dvije ili više faza tehnološke izrade proizvoda. To može biti termička obrada, dio montaže, mehanička obrada nakon lijevanja i sl.
- Završna kontrola proizvodnje se vrši na kraju procesa proizvodnje i ima za cilj još jednu kontrolu nakon završenog procesa tehnološke obrade.

Proces kontrole zahtijeva poznavanje tokova materijala, alata, pribora, kao i drugih specifičnosti vezanih za određeni proizvodni proces.

Mjerna sredstva kojima se vrši mjerenje u proizvodnji se izrađuju da rade na određenom fizičkom principu koji postaje princip mjerenja. Za mjerenje u proizvodnji mogu se koristiti mjerni sustavi, uređaji i sredstva čiji se rad zasniva na principima: mehaničkom, optičkom, optoelektričnom, električnom, piezoelektričnom, fotoelektričnom i pneumatskom.[4]

Neki od uređaja koji se koriste koriste za mjerjenje u proizvodnji su :

- 1) Mjerne trake – mjere se dužine s točnosti 1 mm
- 2) Pomična mjerila – mjere se dužine s točnosti 1/10, 1/20 i 1/50 mm
- 3) Mikrometri –mjere se dužine s točnosti 0.01 mm
- 4) Mjerne ure – mjere se dužine s točnosti 0.01 mm
- 5) Kalibri – koriste se za brzu kontrolu tolerancija
- 6) Etaloni – koriste se za umjeravanje mjerila



Slika 1. Digitalno pomicno mjerilo

To su neki od najčešće korištenih mjernih uređaja, a u ovom radu će detaljnije biti prikazani trookordinatni mjerni uređaji.

3. Trokordinatni mjerni uređaji

Upotreba računala u sustavu kontrole kvalitete naziva se računalom podržana kontrola kvalitete (eng. ComputerAidedQualityControl, skr. CAQC) i dio je sveukupnog sustava upravljanja kvalitetom. Osnovni zadatak CAQC sustava je kontrola i mjerjenje izradaka u proizvodnim sustavima pomoću suvremenih mjernih uređaja među kojima vrlo značajno mjesto zauzimaju trokoordinatni mjerni uređaji. Vrijeme potrebno za kontrolu i mjerjenje obradaka može varirati u ovisnosti o tipu proizvoda te čak može i nadmašiti samo vrijeme potrebno za izradu istih proizvoda.

U klasičnim proizvodnim procesima obradni stroj bi se morao zaustavljati tijekom mjerena i kontrole, što bi rezultiralo smanjenjem njegove proizvodnosti. To je bio razlog za uvođenjem trokoordinatnih mjernih uređaja. Dakle, razvoj mjernih i kontrolnih sustava usko je povezan s razvojem obradnih strojeva i sustava te razvojem elektronike, odnosno računalne tehnike.

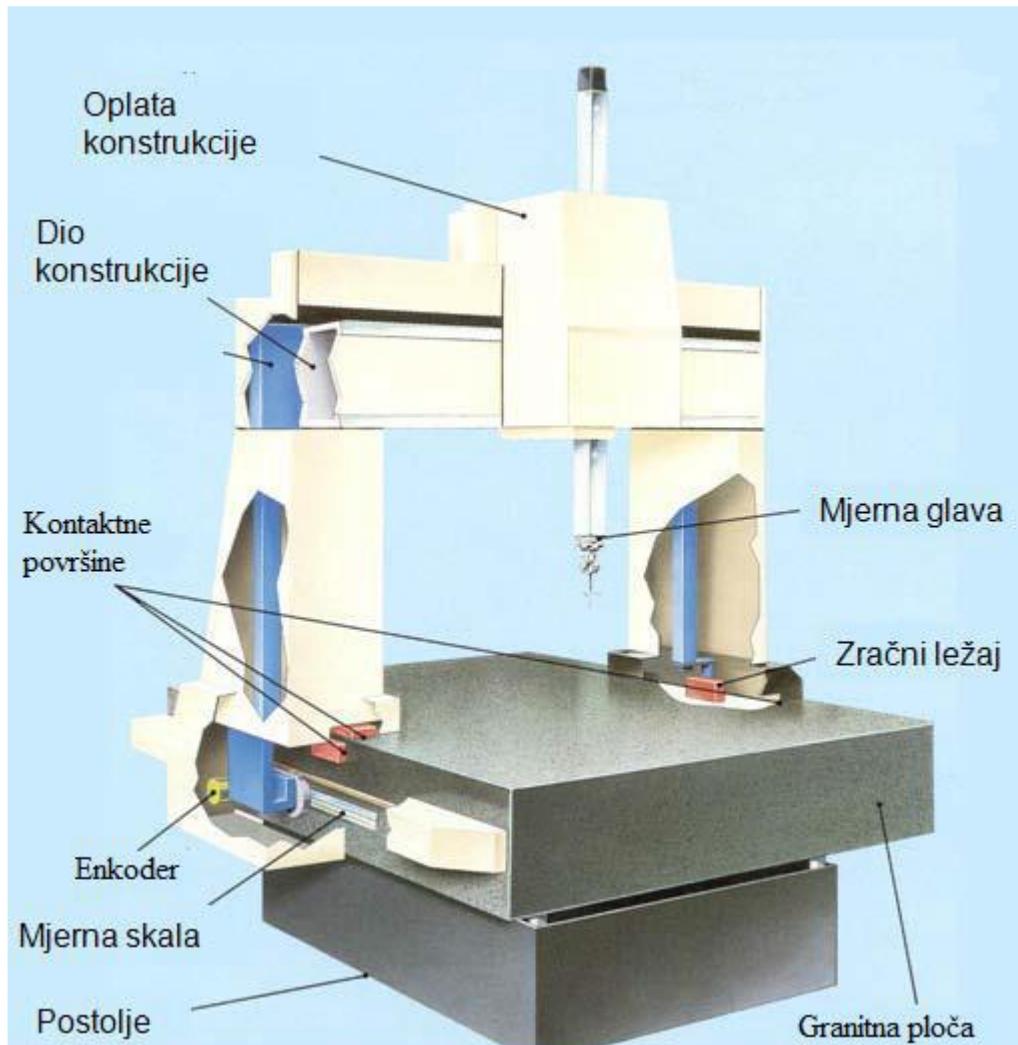
U praksi je danas uobičajeno da se pod nazivom trokoordinatni mjerni uređaj (skr. TMU, eng. CoordinateMeasuringMachine – CMM) smatraju mjerni uređaji sa kontaktnim ticalom.

Prednosti trokoordinatnih mjerena u odnosu na klasične mjerne metode i sredstva su:

- Vrlo visok stupanj automatizacije postupka mjerena
- Potpuna prilagodljivost pri provedbi vrlo različitih i složenih mjernih zadataka
- Brzina provedbe mjerena
- Visoka razina točnosti [5]

3.1. Osnovni dijelovi TMU-a

- Postolje stroja izrađeno od mramora i keramike (ili legura) zbog temperaturne postojanosti i otpornosti na trošenje
- Tri okomite konstrukcije (osi) od kojih svaka ima svoj motor i senzor pozicije te se nalazi na zračnom ili magnetnom ležaju kako bi se smanjilo trenje
- Mjerna glava koja omogućuje dodatna dva stupnja slobode i na nju dolaze različita merna ticala
- Mjerno ticalo koje omogućava mjerjenje različitih značajki
- Kugla za umjeravanje koja služi za umjeravanje različitih mjernih ticala
- Sustav za skupljanje podataka – dio za upravljanje uređajem, računalo i softver za pohranjivanje, povezivanje i usporedbu dobivenih rezultata mjerena [6]

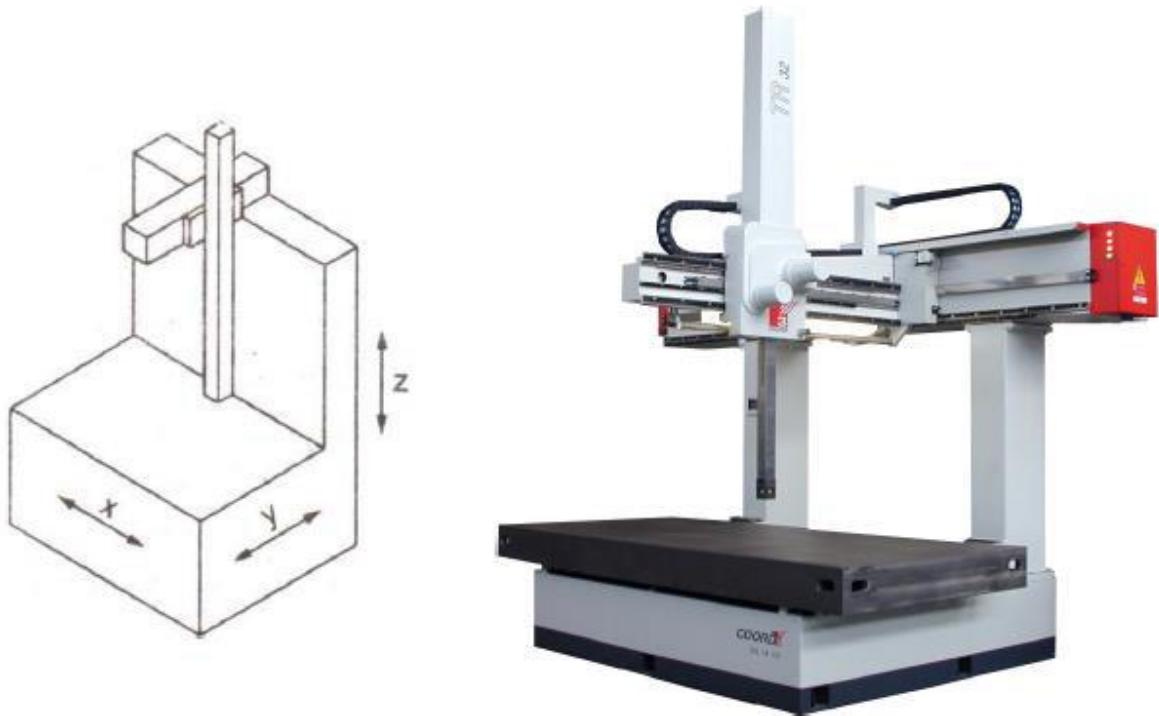


Slika 2. Osnovni dijelovi TMU-a [6]

3.2. Izvedbe TMU-a

1) Konzolna struktura

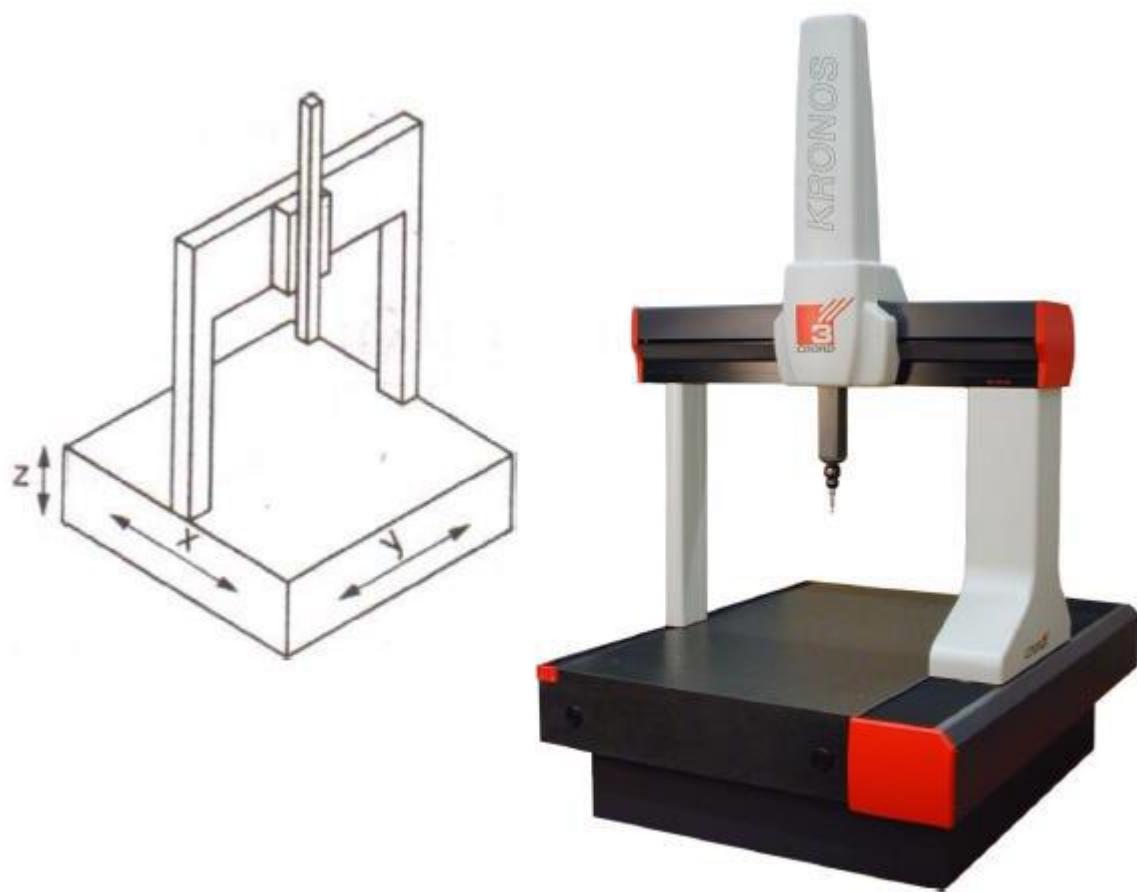
Prednosti izvedbe uređaja u obliku konzole su lagani pristup i relativno mala površina. Namijenjena je za male i srednje strojeve. Dijelovi veći od postolja uređaja se mogu postaviti na otvorenu stranu, te na taj način ne ometaju rad mjernog uređaja. Nedostatak konzolne strukture je mogućnost savijanja horizontalne osi koja je učvršćena na samo jednom kraju. Da bi se izbjeglo takvo savijanje, konzolni mjerni uređaji se projektiraju ograničenih veličina, čime se jedna os (na slici 3. prikazana kao X-os) može mjeriti bez ograničenja, dok su druge dvije osi (Y i Z os) ograničene na relativno male dimenzije. I zato se konzolne strukture najčešće upotrebljavaju za mjerjenje dugačkih i tankih prozvoda. [6]



Slika 3. Konzolna struktura [6]

2) Mostna struktura

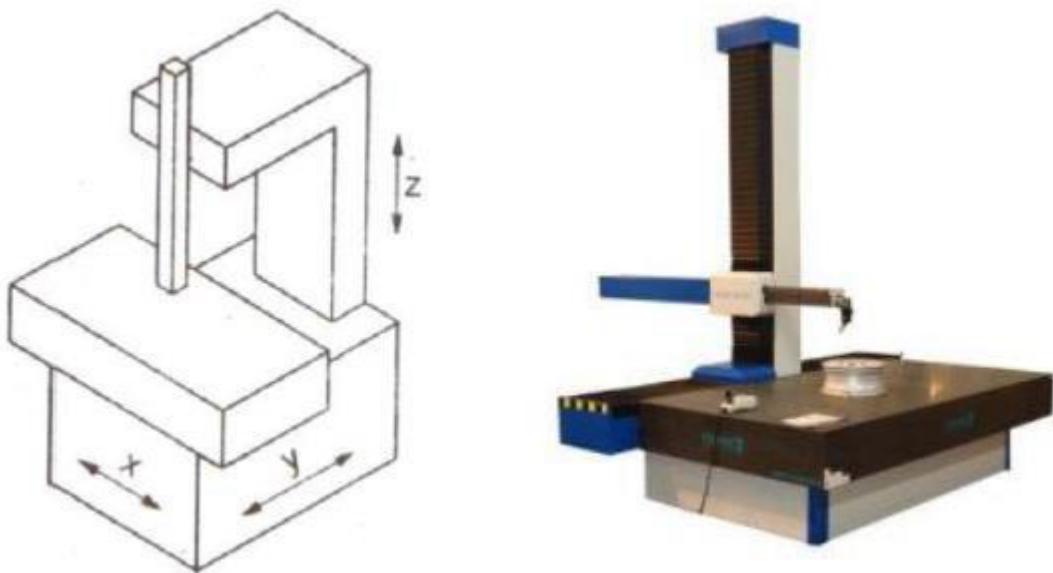
Izvedba uređaja u obliku mosta je najčešće korištena struktura jer se smatra da ona daje najveću preciznost mjerjenja. Mostna struktura se može podijeliti na pomičnu i statičnu. Pomična struktura se često naziva i pokretni most jer se pero (Z-os) pomici duž X-osi. Problem kod ovakve strukture je izrada bočnih nosača koji bi se trebali pomicati duž X-osi potpuno skladno. Prednost mostne nad konzolnom strukturom je manji efekt savijanja horizontalne osi (horizontalna os mostne strukture ima oslonac na oba kraja, dok je horizontalna os konzolne strukture učvršćena samo na jednom kraju, što može izazvati savijanje osi). Slika 4. prikazuje pomičnu mostnu strukturu TMU-a. Kod statične mostne strukture, most je kruto spojen na uređaj, te se time eliminira problem neusklađenih pokreta bočnih nosača. Ovakva struktura daje najpreciznija mjerjenja. Nedostatak statične strukture je smanjenje brzine mjerjenje (te ujedno i povećanje vremena mjerjenja) zbog pomicanja teškog mjernog stola i objekta mjerjenja postavljenog na stolu. Također postoji mogućnost savijanja mjernog stola zbog njegove težine, ali i težine proizvoda mjerjenja. Slika 4. prikazuje mostnu strukturu TMU-a. [6]



Slika 4. Mostna struktura [6]

3) Stupna struktura

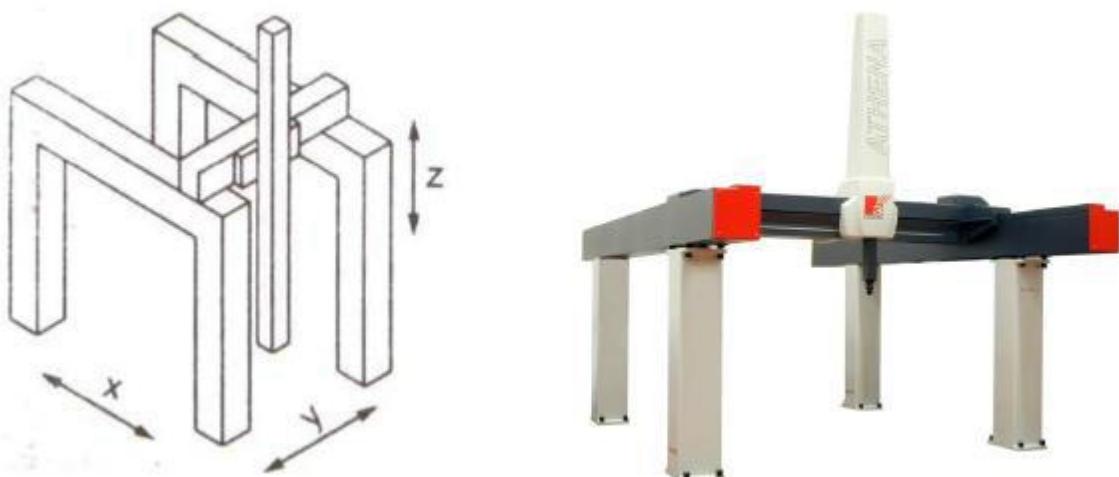
Izvedba uređaja u obliku stupca se smatra više univerzalnim nego trookordinčnim mjernim uređajem. Češće se koriste kao uređaji za umjeravanje. Svojstva stupne strukture su krutost i preciznost mjerjenja. [6]



Slika 5. Stupna struktura [6]

4) Struktura u obliku postolja

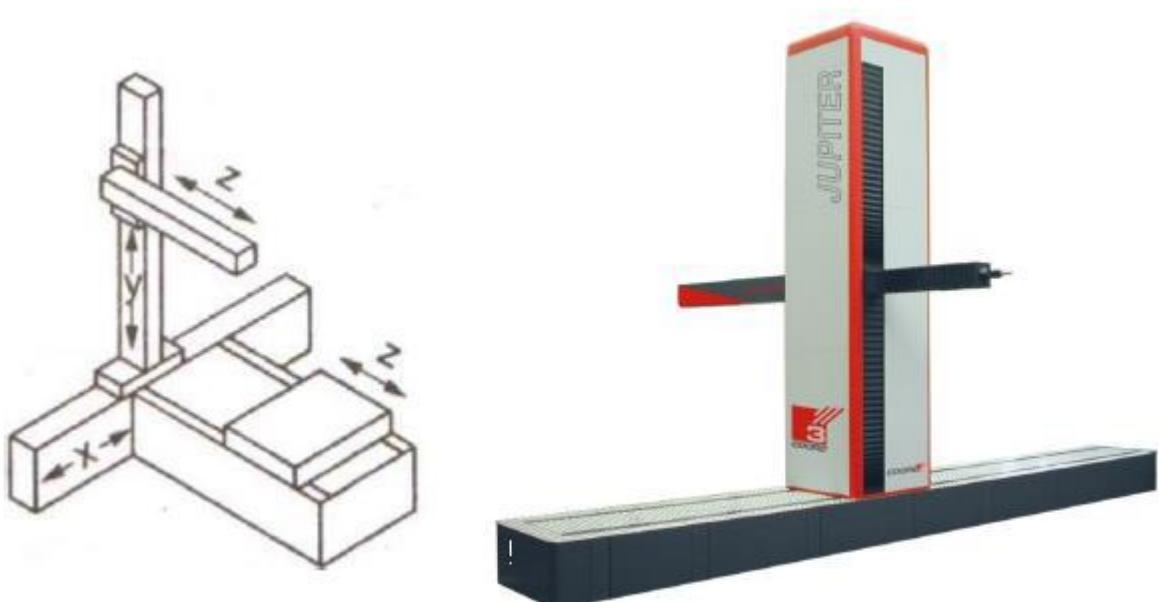
Izvedba uređaja u obliku pokretnog postolja se koristi kod jako velikih komponenata (za mjerjenja objekata velikih volumena), te takva struktura dopušta djelatniku da bude u blizini područja koje se ispituje. Sustav za pomicanje duž X, Y i Z osi je postavljen na dva fiksna nosača. Pomicanjem samo horizontalne osi koja je izrađena od lakšeg materijala od ostatka mjernog uređaja, ne dolazi do savijanja (kao što je u slučaju konzolne strukture), te je moguće postići jako precizna mjerjenja za jako velike objekte mjerjenja. [6]



Slika 6. Struktura u obliku postolja [6]

5) Horizontalna struktura

Horizontalna izvedba mjernih uređaja je zapravo otvorena struktura koja pruža optimalnu pristupačnost za velike dijelove kao što su tijela automobila. Ovakva struktura koristi pokretni stol kao jednu horizontalnu os i pokretni stup kao drugu. Kao i kod svih mjernih uređaja s pokretnim stolom, brzina i točnost mjerjenja ovise o veličini i težini objekta mjerjenja. [6]



Slika 7. Horizontalna struktura [6]

3.3. Upravljanje trokoordinatnim mjernim uređajom

Upravljanje tokoordinatnim mjernim uređajima možemo podijeliti na 4 načina:

- Ručno upravljanje
- Ručno upravljanje potpomognuto računalom za obradu podataka
- Motorno upravljanje potpomognuto računalom za obradu podataka
- Direktno upravljanje računalom

Kod ručnog upravljanja, operater fizički pomiče mjerno ticalo duž koordinatnih osi mjernog uređaja i dovodi ga u kontakt s mjernim objektom. Izmjerene dimenzije se zapisuju u digitalnom obliku, a daljnje izračune operater vrši ručno.

Kod ručnog upravljanja potpomognutog računalom za obradu podataka operater također fizički pomiče mjerno ticalo, dok računalo služi za usporedbu dobivenih podataka.

Kod motornog upravljanja mjerno ticalo se pomiče duž koordinatnih osi pomoću električnih motora kojima upravlja operater preko upravljačke palice. Računalo služi za prikupljanje, te daljnju obradu dobivenih podataka.

Kod direktnog upravljanja mjerno ticalo se pomiče pomoću programa koje vrši računalo. Takav način upravljanja je potpuno programabilan, te se pomoću CAD modela može odrediti gdje se nalazi mjerni objekt u volumenu mjernog uređaja. Operater postavlja mjerni objekt na postolje mjernog robota, pokreće program kojim se automatski vrše zadana mjerena i izračuni određenih značajki objekta mjerena. Ova metoda upravljanja je vrlo slična upravljanju CNC strojeva.

3.4. Programiranje trokoordinatnog mjernog uređaja

Programiranje TMU-a se može izvršiti na dva načina:

- Izravno (Online) programiranje
- Neizravno (Offline) programiranje

1) Online programiranje

Tijekom online programiranja mjerni uređaj i računalo (software) su međusobno povezani. Mjerni objekt se postavlja na mjerno postolje, te pomoću upravljačke palice dovodimo mjerno ticalo u kontakt s objektom. Koordinate dodirne točke (s obzirom na koordinatni sustav mjernog uređaja) se zapisuju pomoću programa. Program također služi i za usporedbu dobivenih mjerena ili izračun neke nove značajke. Izračun i ispis traženih podataka se vrši odmah nakon završetka potrebnih mjerena.

Postoje tri načina izvršavanja programa:

- Ručni način rada (eng. Manual mode)
- Automatski način rada (eng. Automatic mode)
- Programske načine rada (eng. Programming mode)

Ručni način se najčešće koristi kod jednokratnih mjernih ispitivanja. Operater pomoću upravljačke palice upravlja s mjernim uređajem, dok računalo osigurava ispis podataka. Pokretanjem programa napravljenog u manual mode-u, operater je zadužen za uzimanje dodirnih (mjernih) točaka, dok program služi jedino za ispis traženih mjernih podataka. U slučajevima kada se za potrebe mjerjenja mora uzeti više dodirnih točaka, fizičko (operatorsko) pokretanje mjernog uređaja bi oduzelo previše vremena. U takvim situacijama program se prebacuje na automatski ili programski način rada. Razlika između automatskog i programskega načina rada je to što kod automatskog načina rada mjerni uređaj uzima mjerne točke na mjestima koja bi, prema procjeni programa, mogla dati najtočnije rezultate, dok u programskom načinu mjerni robot uzima točke na istim mjestima koja je operater izabrao tijekom ručnog načina rada. Ukratko, glavna razlika između ta dva načina rada je ta što kod automatskog načina rada mjerni uređaj sam odabire putanju s ciljem postizanja traženih mjerjenja, dok kod programskega načina rada mjerni uređaj se pomiče na način određen u programu. [5]

2) Off-line programiranje

Tijekom off-line programiranja mjerni uređaj i računalo nisu međusobno povezani. Naredbe kod off-line programiranja su identične kao i kod online programiranja, razlika je jedino što se mjerjenje ne izvršava na stvarnom uređaju, već na njegovoј simulaciji. Današnji programi za upravljanje mjernih uređaja podržavaju prikaz (i simulaciju) CAD modela mjernog objekta (uz prikaz i simulaciju mjernog postolja i mjernog ticala), čime je off-line programiranje znatno pojednostavljeno. Postupak off-line programiranja započinje otvaranjem novog programa u off-line načinu rada, otvaranja CAD modela u simuacijskom prozoru, određivanja stvarne pozicije mjernog objekta u volumenu mjernog uređaja, te simulativnog izvođenja mjerjenja. Za izvođenje stvarnog mjerjenja program se mora prebaciti u online način rada, te se program izvršava kao kod online programiranja. [5]

4. Mjerne glave i ticala

Mjerna glava u velikom postotku određuje brzinu i efikasnost TMU-a. Svojom fleksibilnosti, odnosno stupnjevima slobode gibanja, bitno utječe na planiranje i princip mjerjenja. Danas su u primjeni uglavnom dvosmjerne i trosmjerne glave pri čemu se za registraciju kontakta mjernog ticala sa površinom predmeta mjerjenja primjenjuje kontaktni ili mjerni (analogni) pristup. Zbog raznovrsnosti mjernih zadataka i pristupačnosti predmetu mjerjenja, postoje različite izvedbe mjernih glava s različitim vrstama ticala. Ticalo predstavlja vezu između dodirne točke na mjernom predmetu i koordinatnog sustava TMU. [5]



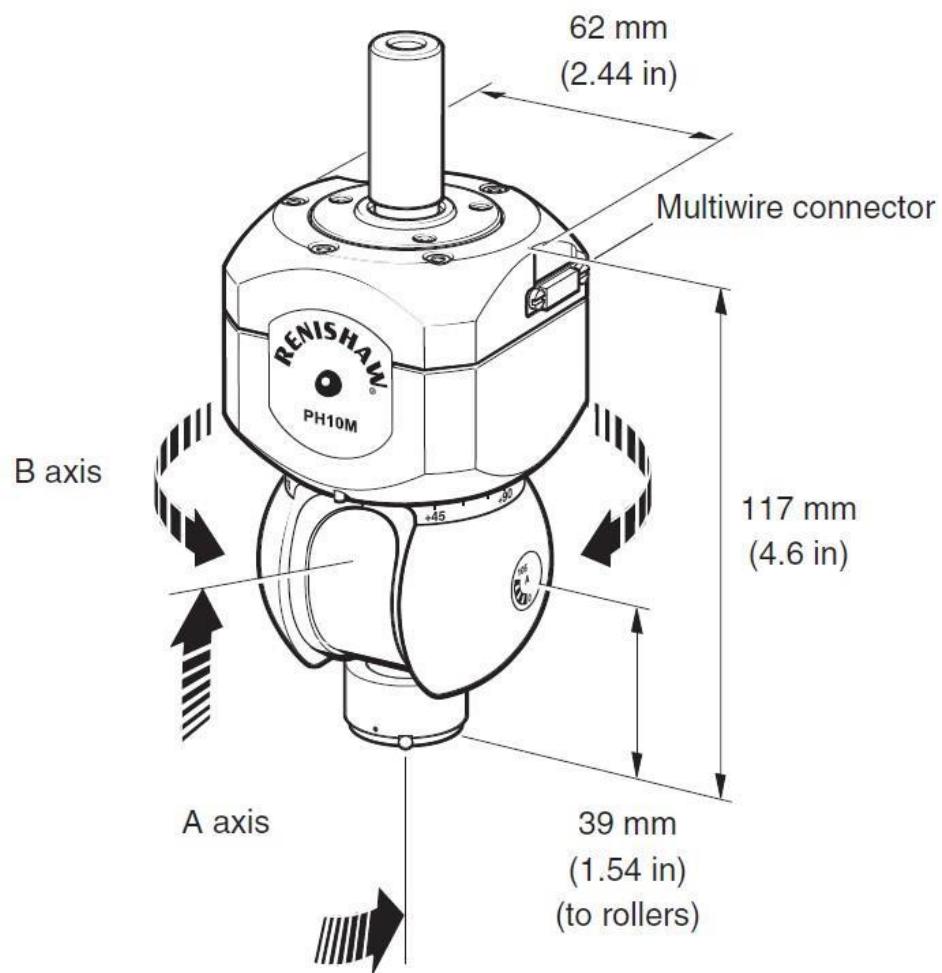
*Slika 8. Mjerna glava Renishaw PH10M na Trokoordinatnom mjernom
uredaju Metris iz tvrtke TMT*

Svaka mjerna sonda koja spada u PH10 grupu mjernih sondi je izrađena za opću namjenu, te dizajnirana tako da se mogu izravno upravljati računalom. U ovu skupinu spadaju 3 vrste sondi:

- PH10T
- PH10M
- PH10MQ

Sve tri mjerne sonde uključuju slijedeće značajke:

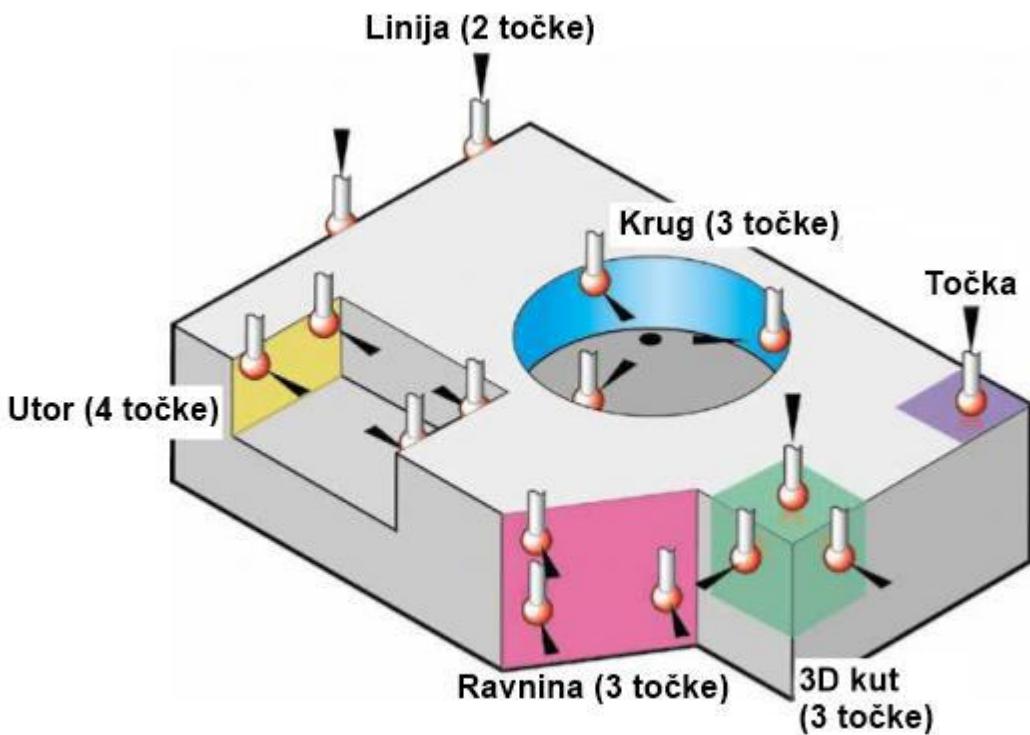
- 720 pozicija indeksiranja
- Ponovljivost indeksiranja $0,5\mu\text{m}$
- Korak indeksiranja 7.5 stupnjeva u obje osi
- Mogućnost širine do 300mm [8]



Slika 9. Dimenzije mjerne glave PH10M [8]

Osnova svakog mjerjenja, te osobito koordinatnog mjerjenja je mjerjenje udaljenosti traženih točaka, odnosno pozicija na nekom mjernom komadu. Mjerna ticala se koriste za procjenu pozicija tih mjernih točaka u odnosu na koordinatni mjerni sustav samog mjernog uređaja.

Mjerne sonde obično su izvedene kao dodirna ticala, jer koriste prekidače koji se uključe tijekom kontakta vrha samog ticala i komada koji se mjeri. Tijekom tog kontakta, sonda preko softwera signalizira računalu trenutnu poziciju mjernog ticala. Kad se koordinate točke zapišu, sonda se pomiče na sljedeću točku lokacije. Tako se sakupi više točaka i različite teksture počinju dobivati svoj oblik. Minimalan broj traženih točaka za specifičan oblik prikazan je na slici 10. [7]



Slika 10. Prikaz potrebnih točaka za dobivanje oblika [7]

4.1. Podjela mjernih sondi

4.1.1. Optičke transmisijske sonde

Induktivne i optičke transmisijske sonde razvijene su zbog automatske izmjene alata. Energija se prenosi preko induksijske veze između modula postavljenih na uređaju i modula postavljenih na mjernej sondi. Transmisijska sonda montirana je na konstrukciji uređaja.

Optička transmisijska sonda omogućava rotaciju ticala između mjerneih pokreta, što je korisno za prijenos podataka o poziciji ticala. Sustav širokog kuta omogućuje veće aksijalno kretanje sonde i pogodno je za većinu instalacija. [7]



Slika 11. Optička transmisijska sonda [8]

4.1.2. Motorizirane mjerne sonde

S motoriziranim sondom , 48 pozicija u vodoravnoj osi te sa 15 u vertikalnoj osi moguće je ukupno programirati 720 različitih orijentacija mjerne sonde. Uz niz različitog izbora ekstenzija, vrh ticala može doprijeti do dubokih rupa i udubljenja. To omogućuje pregled složenih komponenti koje bi inače bile nemoguće ili uključuju složene postavke. [7]



Slika 12. Motorizirana mjerna sonda [8]

4.1.3. Mjerne sonde s višestrukim iglama za mjerjenje

Širok spektar mjernih ticala je razvijen kako bi se pokrilo što više različitih primjena zavisnih o obliku modela. Nekoliko različitih mjernih ticala prikazano je na slici 13. Različita ticala se postave na istu mjeru sondu, te prema vrsti mjerjenja odabire se najpovoljnije mjerne ticalo. [7]



Slika 13. Mjerna glava s višeststrukim ticalima [8]

5. Praktični dio

Praktični dio bio je održan u tvrtci TMT d.o.o. u Čakovcu. Tvrtka se bavi strojnom obradom dijelova, sklopova, zavarenih i specijalnih konstrukcija s iznad 90% tržišne orientacije prema Zapadnoj Europi. Tehnološki kapaciteti su univerzalno koncipirani i obuhvaćaju sve vrste strojne obrade metala, prerade lima, izrade konstrukcija, montaže, lakiranja kao i proizvodnju strojeva.

Praktični dio mjerena jednog proizvoda obavljen je na trokoordinatnom mjernom uređaju Metris u kontrolnom laboratoriju tvrtke TMT d.o.o.



Slika 14. Trokoordinatni mjerni uređaj Metris

Mjerni uređaj Metris u tvrtci TMT koristi se za međufaznu i završnu kontrolu obradaka.

Trokoordinatni mjerni uređaj Metris nakon postavljanja u tvrtci kalibriran je te je njegova točnost 0.003mm. Postupak kalibracije provodi se jednom godišnje da bi se održala točnost mjerena te da bi se osigurala kvaliteta i točnost proizvoda.

Na slici 14. prikazan je Metris u radu prilikom automatskog mjerena veće serije izradaka. Da bi se automatski izmjerilo obradak ili veća serija obradaka potrebno je Metris prethodno programirati što će i biti prikazano u dalnjem opisu postupka programiranja mjernog uređaja Metris.

5.1. Opis postupka

Za potrebe ovog mjerjenja, vršilo se mjerenje jednog od proizvoda iz tvrtke TMT d.o.o. Proizvod se prethodno obradio na glodaćem obradnom centru Heller MCH 350.



Slika 15. Pozicioniranje proizvoda na stroju prije strojne obrade

5.1.1. Programiranje Metrisa

Nakon što je proizvod strojno obrađen dolazi do kontrolnog laboratorija te se priprema za mjerjenje. Prvi korak prilikom mjerjenja nekog proizvoda je izrada programa za mjerjenje istog. Trokoordinatni mjerni uređaj Metris koristi software CMM Manager za offline i online programiranje. Program za mjerjenje izrađuje se uz pomoć CAD modela koji se dobija iz tehničkog ureda. Program za mjerjenje proizvoda izrađuje se za vrijeme kad se proizvod strojno obrađuje na stroju tako da kad je proizvod strojno obrađen odmah može u mjerni laboratorij na mjerjenje te da se ne dešava preveliki zastoj u proizvodnji što se odnosi posebno kad je potrebno brzo i točno izmjeriti prvi komad velike serije.

5.1.2. Postavljanje mjerenog proizvoda na stol mjernog uređaja

Nakon što proizvod dođe do mjernog laboratorija potrebno ga je postaviti na stol mjernog uređaja te dobro centrirati da nebi došlo do kolizije sa ticalom mjernog uređaja. Proizvodi se na stolu Metrisa stežu pomoću razne stezne opreme (škripcu, stezne glave, razni podmetači). Nakon što je proizvod dobro centriran potrebno ga je odmastiti i očistiti od nečistoće da se nebi nečistoće nakupile na mjernom ticalu te bi došlo do pogrešaka u mjerenu.



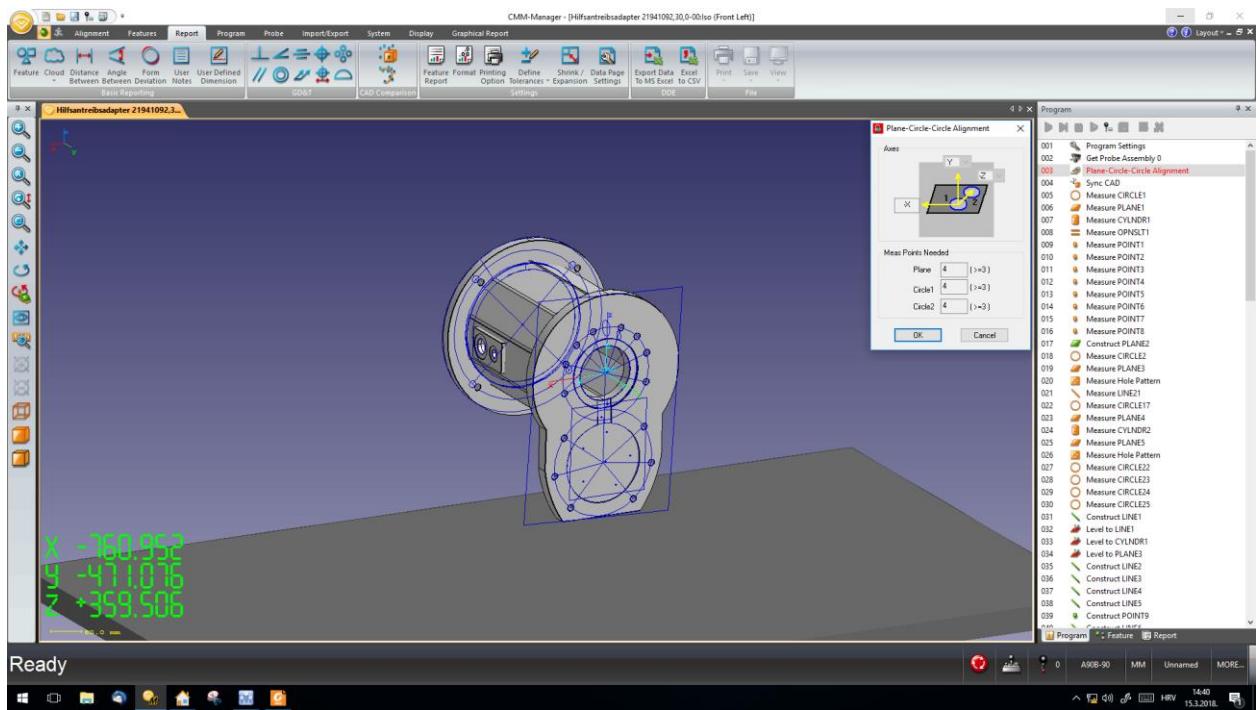
Slika 16. Postavljanje proizvoda na stol mjernog uređaja Metris



Slika 17.Pozicioniranje proizvoda na stolu mjernog uređaja

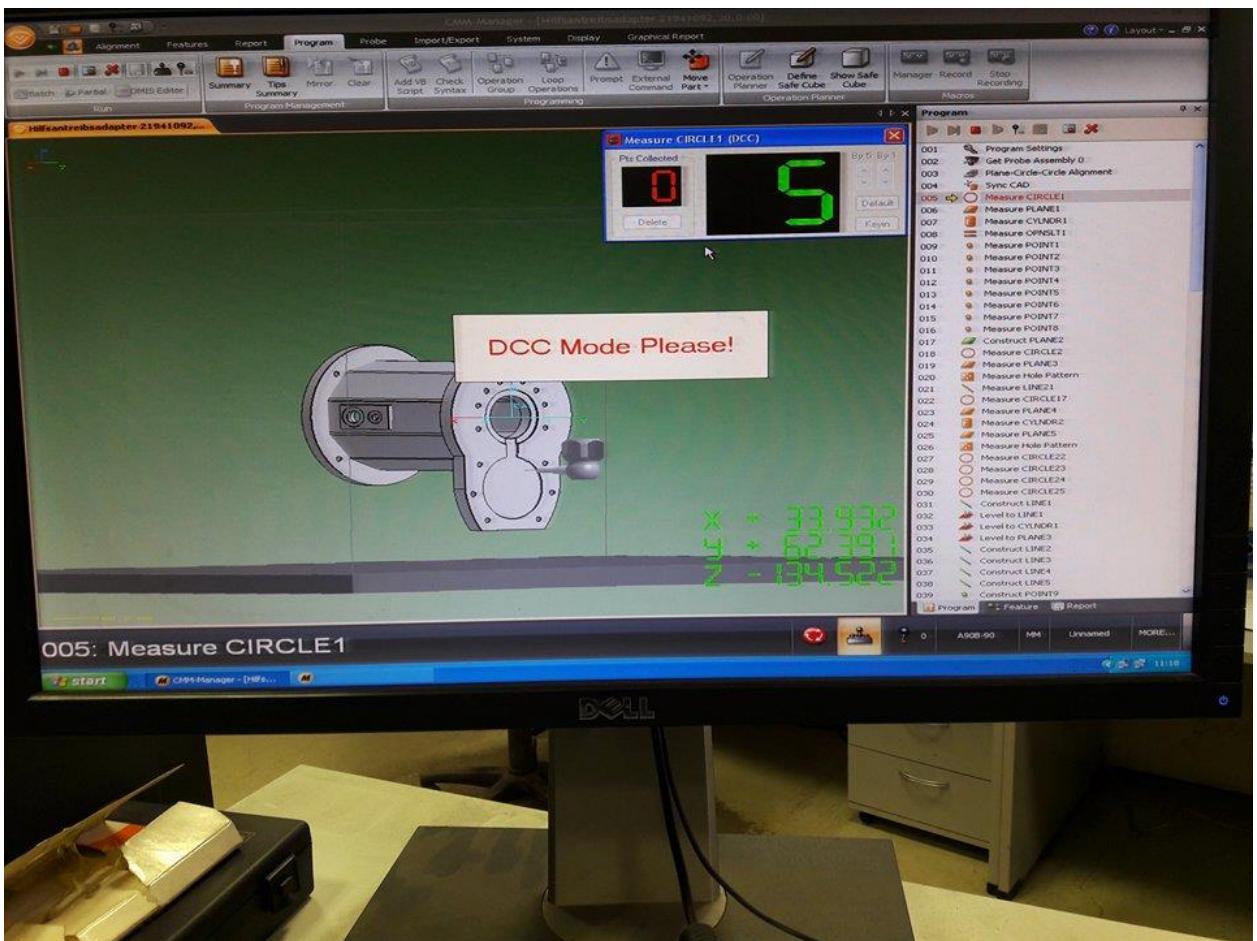
5.1.3. Uzimanje nultočaka na mjeronom proizvodu te pokretanje programa

Nakon što je proizvod postavljen na stol mjernog uređaja Metris te je dobro pozicioniran otvara se program za mjerjenje. Nakon što je program otvoren potrebno je pomoću kontrolne palice uzeti nultočke proizvoda koje su prethodno definirane u programu. Pomoću uzetih nultočaka definira se koordinatni mjerni sustav proizvoda te je moguće započeti program mjerjenja.



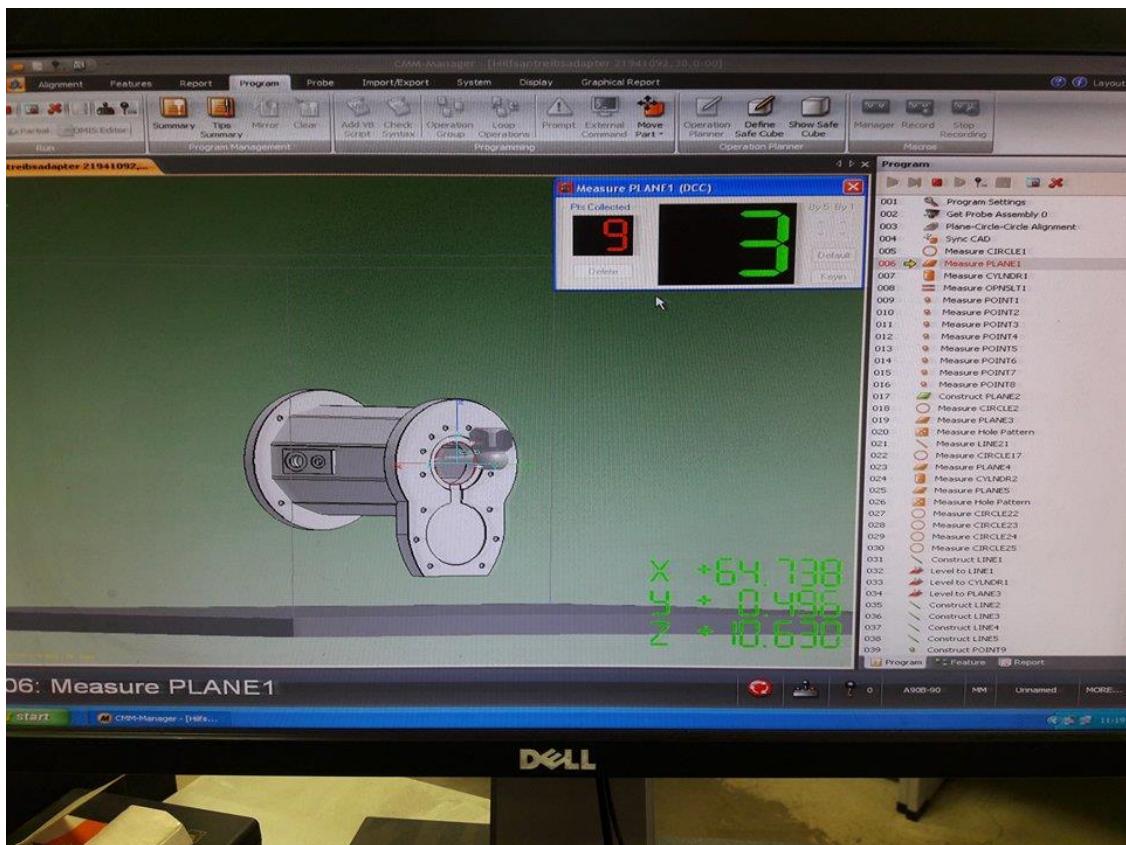
Slika 18. Uzimanje nultočaka na proizvodu

Programski se pomoću mjernog uređaja Metris mogu izmjeriti razni 2D i 3D oblici. Svaki program se izrađuje tako da programer prouči zahtjeve na nacrtu, procijeni koje od tih mjera je potrebno i moguće izmjeriti trokoordinatnim mjernim uređajem. Mjere koje se zbog nepristupačnosti ne mogu izmjeriti mjere se ostalom mjernom opremom (pomičnim mjerilom, visinomjerom, mikrometrom,...). Nakon što je definiran koordinatni sustav tako što su se definirale nultočke proizvoda pomoću mjerne palice prelazimo iz offline u online program te mjerni uređaj automatski mjeri proizvod.

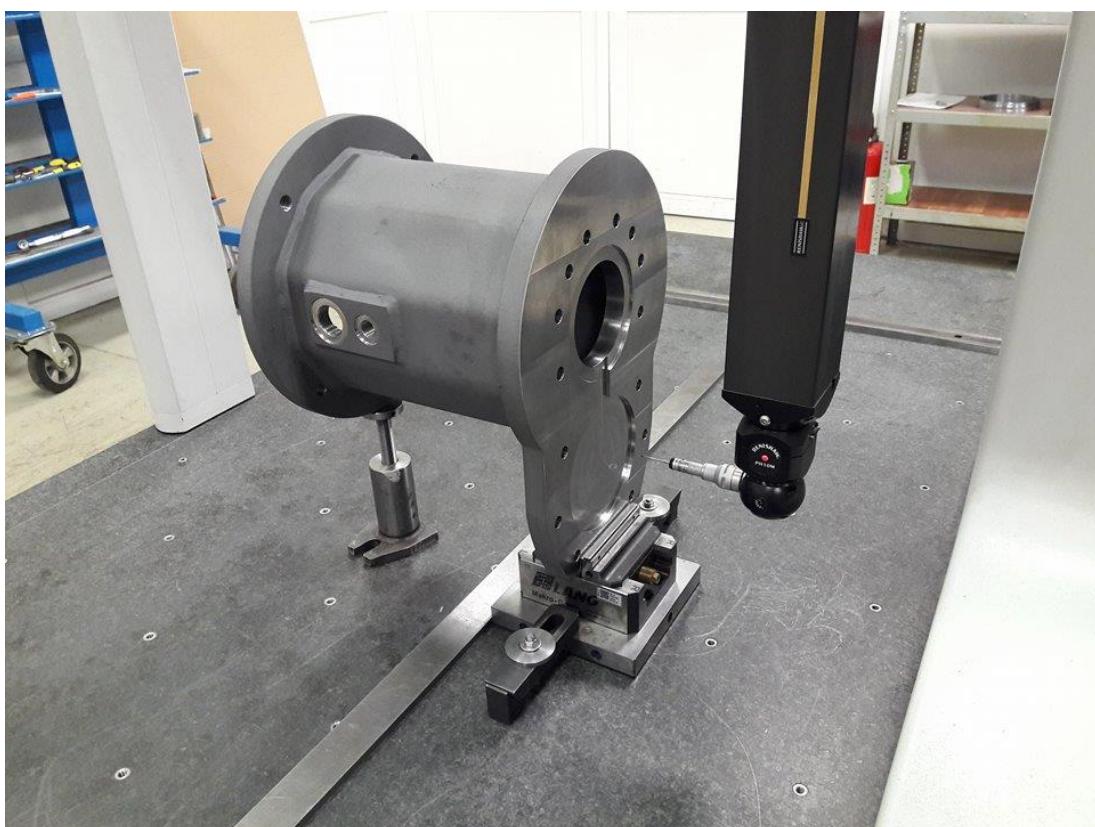


Slika 19. Prelazak u automatsko mjerjenje proizvoda nakon definiranja koordinatnog sustava

Programski je moguće izmjeriti razne 2D i 3D oblike ovisno o zahtjevima na nacrtu proizvoda. Na slici 20. sa desne strane u okviru vidimo te oblike koji se mjere (Plane-ploha, Cylinder-rupa, Line-linija,...). Nakon što su izmjerene sve zadane plohe moguće je također konstruirati razne 2D i 3D plohe kako bi se izmjerili odnosi među njima. Nakon što smo i to napravili potrebno je još jednom definirati koordinatni sustav prema izmjerenim plohama kako bi mjerjenje bilo što točnije.



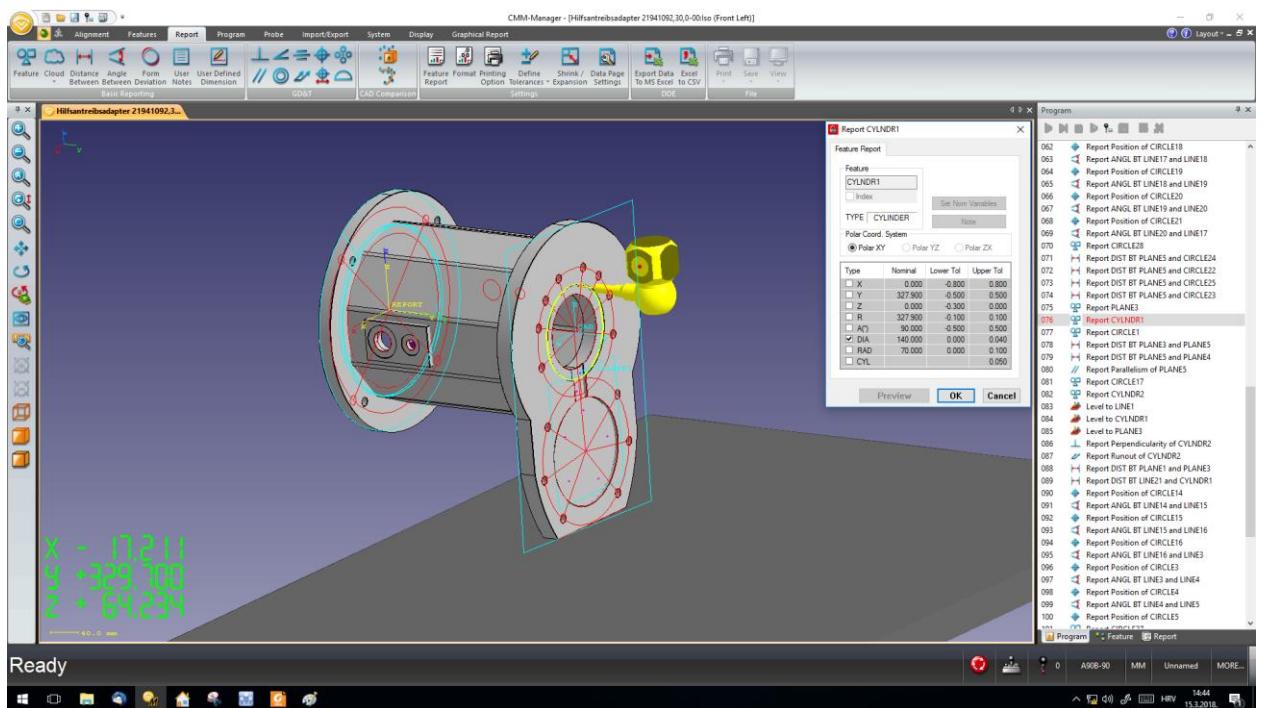
Slika 20. Prikaz mjerjenja na Cad modelu



Slika 21. Prikaz mjerjenja na stolu

5.1.4. Izrada mjernog izvještaja

Nakon što su izmjerene i konstruirane sve zadane plohe, te postavljen koordinatni sustav prema izmjerenim plohama izrađuje se mjerni izvještaj koji se prilaže u mjerni protokol te se zajedno s proizvodom šalje kupcu.



Slika 22. Izrada mjernog izvještaja

Mjerni izvještaj se također definira programski prema zahtjevima na nacrtu. Prilikom mjernog izvještaja upisuje se optimalna mjera tražena na nacrtu te njena gornja i donja dopuštena odstupanja.

#4 Tolerance Report						
Feature	LINE18					
Feature	LINE19					
Type	ANGLE_BTW					
ZX	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
ZX	90.000	89.948	-0.052	-0.167	0.167	+/-

#5 Tolerance Report						
Feature	CIRCLE20					
Type	CIRCLE					
SubType	INNER					
POS	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
POS			0.153		0.700	+/-
	Datum1	PLANE5				
	Datum2	CYLNDR2				

#57 Tolerance Report						
Feature	CYLNDR1					
Type	CYLINDER					
SubType	INNER					
PARA_3D	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
PARA_3D			0.029		0.080	+/-
	Datum1	CYLNDR2				

#58 Tolerance Report						
Feature	CIRCLE30					
Type	CIRCLE					
SubType	INNER					
CCEN	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
CCEN			0.010		0.080	+/-
	Datum1	CIRCLE29				

Slika 23. Dio mjernog izvještaja mjerenoj proizvoda

Mjerni izvještaj ne mora uvijek biti dobar. Ukoliko se u mjernom izvještaju nađe na grešku, tj. neka od zadanih mjera je van toleracijskog polja, obradak se vraća na doradu ili ukoliko se mjeru ne može doraditi šalje se upit kupcu ukoliko prihvaća izmjereno odstupanje na određenoj mjeri. Na slici 24. imamo primjer kada jedna od zadanih mjera nakon prvog mjerjenja nije bila unutar tolerantnog polja, no bilo ju je moguće doraditi na tokarskom stroju, te na slici 25. vidimo rezultat drugog mjerjenja na kojem je zadana mjeru unutar tolerantnog polja.

#2 Tolerance Report						
Feature	CIRCLE2					
Type	CIRCLE					
SubType	OUTER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	451.000	450.940	-0.060	-0.800	0.800
CIR			0.080		0.800	

#3 Tolerance Report						
Feature	CIRCLE3					
Type	CIRCLE					
SubType	OUTER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	471.000	470.833	-0.167	-0.800	0.800
CIR			0.040		0.800	

#4 Tolerance Report						
Feature	CIRCLE4					
Type	CIRCLE					
SubType	INNER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	436.000	436.014	0.014	0.000	0.100
CIR			0.015		0.100	

#5 Tolerance Report						
Feature	CYLNDR1					
Type	CYLINDER					
SubType	INNER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	433.500	433.469	-0.031	0.000	0.200	-0.031
CYL			0.035		0.200	

Slika 24. Prvo mjerjenje obradaka

#2 Tolerance Report						
Feature	CYLNDR1					
Type	CYLINDER					
SubType	OUTER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	451.000	450.905	-0.095	-0.800	0.800
CYL			0.034		0.800	

#3 Tolerance Report						
Feature	CYLNDR2					
Type	CYLINDER					
SubType	INNER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	433.500	433.560	0.060	0.000	0.200	
CYL			0.025		0.200	

#4 Tolerance Report						
Feature	CYLNDR3					
Type	CYLINDER					
SubType	OUTER					
	Nom	Act	Dev	LoTol	UpTol	OutTol
DIA	470.800	470.817	0.017	-0.800	0.800
CYL			0.042		0.800	

Slika 25. Mjerjenje obradaka nakon dorade

6. Zaključak

Primjenom trokoordinatnih mjernih uređaja u strojarstvu uvelike su se povećali standardi za kvalitetu proizvodu. Proizvodi su se sve komplikiraniji i tehnički zahtjevniji te je neke njihove komponente nemoguće izmjeriti bez odgovarajuće opreme.

Prednost trokoordinatnih mjernih uređaja je posebno vidljiva kod velikoserijske proizvodnje. Jednom kad se napravi program za mjerjenje određenog proizvoda, na trokordinatnom mjernom uređaju svaki put kad se mjeri taj proizvod pokreće se isti program te se uštedi puno vremena, a što u današnje vrijeme znači puno novaca. Kontrola kvalitete jedan je od najvećih zastoja u proizvodnji te je svako ubrzanje tog procesa jako važno. Pomoću trokoordinatnih mjernih uređaja ne samo da je mjerjenje brže već je i točnije, te je puno lakše izmjeriti neke kompleksnije dijelove.

Nedostaci trokordinatnog mjernog uređaja Metris su: Potrebno je jako dobro centrirati proizvod koji treba izmjeriti jer inače bi moglo doći do kolizije mjernog ticala sa mjerenim proizvodom. Također jedan od nedostataka je da se mjernim ticalom ne mogu izmjeriti sva mesta na proizvodu zbog nepristupačnosti, tj. nije moguće sa ticalom dotaknuti određene plohe jer je ticalo kratko i njegova radna dubina je nekih tridesetak milimetara te je nekad nemoguće izmjeriti plohe do kojih se sa ticalom ne može doći. Također je mjerni uređaj ograničen gabaritima stola te se neki veći proizvodi ne mogu izmjeriti.

Kupac zahtijeva kvalitetu, a tu kvalitetu potrebno je zadovoljiti ukoliko želimo uspjeti na današnjem tržištu. Trokordinatni mjerni uređaj ne nadomešta kontrolora već dobro sposobljen kontrolor može kvalitetnije i brže obaviti svoj posao sa ovim strojom bez kojeg u današnje vrijeme nijedna kvalitetna i ozbiljna tvrtka ne može opstati na sve više zahtjevnijem i konkurentnjem tržištu.

7. Literatura

- [1] <https://www.am.unze.ba/papers/ProizvodnaMjerenjaPoglavlje2.pdf> 17.07.2018.
- [2] Mjerna tehnika, prof. dr. Nermina Zaimović - Uzunović, Zenica, 2006.
- [3] Veljko Kondić, Mjerenja u proizvodnji, podloge za nastavu, unin.hr
- [4] <https://www.am.unze.ba/papers/ProizvodnaMjerenjaPoglavlje2.pdf> 17.07.2018.
- [5] Danijel Ivšac: Usporedba 3d mjernih postupaka u kontroli kvalitete, Diplomski rad, FSB Zagreb, 2014.
- [6] AndreaKunšt: Off-line programiranje mjernog robota, Diplomski rad, FSB Zagreb, 2015.
- [7] Mario Roš: Mjerenje dimenzija gotovog proizvoda pomoću trookordinatnog mjernog uređaja, Završni rad, Varaždin, 2018.
- [8] Renishaw (2008). PH10 motorizedheadsandcontrollers,
<http://www.renishaw.com/en/renishaw-enhancing-efficiency-in-manufacturing-and-healthcare--1030> 17.07.2018.

Popis slika

- Slika 1. Digitalno pomično mjerilo
- Slika 2. Osnovni dijelovi TMU-a
- Slika 3. Konzolna struktura
- Slika 4. Mostna struktura
- Slika 5. Stupna struktura
- Slika 6. Struktura u obliku postolja
- Slika 7. Horizontalna struktura
- Slika 8. Mjerna glava Renishaw PH10M na mjernom uređaju Metris
- Slika 9. Dimenzije mjerne glave PH10M
- Slika 10. Prikaz potrebnih točaka za dobivanje oblika
- Slika 11. Optička transmisijska sonda
- Slika 12. Motorizirana mjerna sonda
- Slika 13. Mjerna glava s višestrukim ticalima
- Slika 14. Trokoordinatni mjerni uređaj Metris
- Slika 15. Pozicioniranje proizvoda na stroju
- Slika 16. Postavljanje proizvoda na mjerni stol uređaja Metris
- Slika 17. Pozicioniranje proizvoda na mjernom stolu uređaja
- Slika 18. Uzimanje nultočaka na proizvodu
- Slika 19. Prelazak u automatsko mjerjenje proizvoda
- Slika 20. Prikaz mjerjenja na CAD modelu
- Slika 21. Prikaz mjerjenja na stolu
- Slika 22. Izrada mjernog izvještaja
- Slika 23. Dio mjernog izvještaja
- Slika 24. Prvo mjerjenje obradka
- Slika 25. Mjerjenje obradka nakon dorade

Sveučilište Sjever

SVEUČILIŠTE
SJEVER

IZJAVA O AUTORSTVU I SUGLASNOST ZA JAVNU OBJAVU

Završni/diplomski rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim prisvajanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, LUKA TOPLEK (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROVERAMIRANJE I PRIMJENA TROOKORDINATNOU (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Topek
(vlastoručni potpis)

Sukladno Zakonu o znanstvenoj djelatnosti i visokom obrazovanju završne/diplomske radove sveučilišta su dužna trajno objaviti na javnoj internetskoj bazi sveučilišne knjižnice u sastavu sveučilišta te kopirati u javnu internetsku bazu završnih/diplomskih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice. Završni radovi istovrsnih umjetničkih studija koji se realiziraju kroz umjetnička ostvarenja objavljaju se na odgovarajući način.

Ja, LUKA TOPLEK (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom PROVERAMIRANJE I PRIMJENA (upisati naslov) čiji sam autor/ica. TROOKORDINATNOU MJERNOU UREDAJU
U KONTROLI KVALITETE

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Topek
(vlastoručni potpis)