

Sustavno upravljanje mjernom opremom u odabranom poduzeću

Prester, Milan

Undergraduate thesis / Završni rad

2018

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:597956>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-22**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)



Sveučilište Sjever



Završni rad: br. 279/PS/2018

SUSTAVNO UPRAVLJANJE MJERNOM OPREMOM U ODABRANOM PODUZEĆU

Milan Prester
1334/601

U Varaždinu, rujan 2018.

Sveučilište Sjever

Proizvodno strojarstvo



Završni rad: br. 279/PS/2018

SUSTAVNO UPRAVLJANJE MJERNOM OPREMOM U ODABRANOM PODUZEĆU

Student:

Milan Prester 1334/601

Mentor:

dr.sc. Živko Kondić

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

ODJEL	Odjel za strojarstvo		
PRISTUPNIK	MILAN PRESTER	MATIČNI BROJ	1334/631
DATUM	9.6.2018.	KOLEGIJ	Kontrola kvalitete
NASLOV RADA	SUSTAVNO UPRAVLJANJE MJERNOM OPREMOM U ODABRANOM PODUZEĆU		
NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU	SUSTAINABLE MANAGEMENT WITH MJARY EQUIPMENT IN SELECTED ENTERPRIS		

MENTOR	KONDIĆ ŽIVKO	ZVANJE	Red.profesor
--------	--------------	--------	--------------

ČLANOVI POVJERENSTVA	Veljko Kondić, mag.mech., predavač, član
1.	Prof.dr.sc. Živko Kondić, mentor
2.	Marko Horvat, dipl.ing. predavač, predsjednik povjerenstva
3.	dr.sc.Zlatko Botak, v.predavač, zamjenski član
4.	
5.	

Zadatak završnog rada

BROJ	279/PS/2018
------	-------------

OPIS

U radu je potrebno:

- U uvodnom dijelu završnog rada potrebno je definirati pojam kontrole kvalitete i mjere opreme.
- Opisati detaljnije ručna mjerila koja se najčešće koriste u kontroli kvcaltete.
- Opisati CNC mjerilicu Zeiss Accura i način upravljanja.
- Detaljnije opisati postupak upravljanja mjernom opremom u odabranom poduzeću.
- Opisati postupak umjeravanja mjerne opreme u odabranom poduzeću.
- Prikazati i opisati proizvodni proces u odabranom poduzeću.
- U zaključku se kritički osvrnuti na izrađeni završni rad u smislu mogućih ograničenja i prijedloga.

ZADATAK URUČEN

21. 09. 2018



[Handwritten signature]

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, MILAN PRESTER (ime i prezime) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUSTAVNO UPRAVLJANJE TVERNOG OPREMNIM U ODABRAJCI (upisati naslov) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Milan Prester
(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 objavljuju se na odgovarajući način.

Ja, MILAN PRESTER (ime i prezime) neopozivo izjavljujem da sam suglasan/na s javnom objavom završnog/diplomskog (obrisati nepotrebno) rada pod naslovom SUSTAVNO UPRAVLJANJE TVERNOG OPREMNIM U ODABRAJCI (upisati naslov) čiji sam autor/ica.

Student/ica:
(upisati ime i prezime)

Milan Prester
(vlastoručni potpis)

ZAHVALA!

Na samom početku ovoga rada uvelike se zahvaljujem mentoru dr.sc. Živku Kondiću koji mi je izašao u susret, te pomogao pri izradi završnog rada.

Veliku zahvalnost dugujem i mag. mech Robertu Vindišu koji mi je nesebično pomagao tijekom studiranja.

Najveću zahvalu šaljem svojoj obitelji koji su mi bili najveća potpora tijekom mog školovanja.

Hvala svima!

Sažetak

Za završni rad odabrana je tema „SUSTAVNO UPRAVLJANJE MJERNOM OPREMOM U ODABRANOM PODUZEĆU“. U prvom dijelu završnog rada biti će navedena mjerna oprema koja se koristi u Zrinski AG d.o.o. te postupak njenog umjeravanja. Slikovno će biti prikazana mjerna sredstva, te će biti prikazano umjeravanje i kontrola mjerila. Također ću prikazati korištenje troosne kontrolne mjerilice Zeiss, te njemu primjenu u kontroli kvalitete i proizvodnji.

U drugom dijelu završnog rada opisati ću postupak mjerenja jednog elementa s naglaskom na kontrolu kvalitete. Prikazati ću proces od odobrenja prvog komada, pa do završne kontrole.

Dobiveni rezultati tj. mjerenja detaljno su opisani te slikovno i grafički prikazana. Mjerenja su određena radnim nalogom pod rubrikom dvaju ispitnih protokola. Rezultat kontrole kvalitete nije samo provjera da li je proizvod u granicama tolerancije već i njegovo poboljšanje.

SADRŽAJ:

1. Uvod	1
2. Definiranje pojma kontrole kvalitete i mjerne opreme	2
3. Ručna mjerila za kontrolu kvalitete	3
3.1 Digitalno pomično mjerilo	5
3.2 Mikrometar	7
3.3 Mjerna ura i komparator	8
3.4 Granični kontrolni trnovi	9
3.5 Kontrolni trnovi i navojna kontrolna matica	10
3.6 Mjerni mikroskopi	11
3.7 Mjerni projektor	12
4. CNC mjerilica Zeiss Accura	13
4.1. Osnovni dijelovi mjerilice	14
4.1.1. Zračni ležajevi	15
4.1.2. Mjerna glava	16
4.1.3. Enkoder (pozicioner)	17
4.1.4. Ticala i taster	18
4.1.5. Kontrolna ploča	18
4.2 Upravljanje	19
5. Mjerna oprema u odabranom poduzeću	20
5.1 Nabava mjerne i ispitne opreme	20
5.2 Označavanje i evidencija opreme	21
5.2.1. Softverski paket Gewatec CAQ	22
5.3. Rukovanje mjernom opremom	23
5.4. Održavanje opreme	23
5.5. Izrada uputa za umjeravanje	24
6. Postupak umjeravanja mjerne opreme u odabranom poduzeću	25
6.1. Set za kalibraciju mikrometara	26
6.2. Set za kalibraciju mjernih ura (0,001...BN 0002)	27
6.3. Set za kalibraciju mjernih ura (0,01...BN 0004)	29
6.4. Set za kalibraciju pomičnih mjerila (BN 0003, 0 – 150 mm)	30

6.5. Set za kalibraciju pomičnih mjerila (BN 0005, 0 – 300 mm).....	31
6.6. Postupak umjeravanja mjerne ure Mitutoyo Absolute (0,01 mm)	32
7. Proizvodni proces u odabranom poduzeću.....	37
7.1. Upravljanje narudžbom	37
7.2. Odjel za menadžment proizvodnje.....	39
7.3. Odabir materijala i priprema stroja za rad	43
7.4. Kontrola kvalitete	44
7.5. Završna kontrola.....	50
7.6. Čišćenje.....	51
7.7. Pakiranje.....	52
7.8. Skladištenje u skladište gotovih proizvoda.....	53
8. Zaključak	54
9. Popis slika	55
10. Literatura	57

1. Uvod

Završni rad na temu POSTUPCI KONTROLE KVALITETE NA PRIMJERU STROJNOG ELEMENTA opisuje postupak proizvodnje s težištem u kontroli kvalitete.

U prvom dijelu definiran je pojam kontrole kvalitete. Također su opisani mjerni instrumenti i CNC mjerilica Zeiss Accura koje se koriste u kontroli kvalitete u Zrinski AG d.o.o. te postupak njihovih umjeravanja.

U drugom dijelu završnog rada opisati ću postupak mjerenja jednog elementa s naglaskom na kontrolu kvalitete. Prikazati ću proces od odobrenja prvog komada, pa do završne kontrole.

2. Definiranje pojma kontrole kvalitete i mjerne opreme

Da bi proizvodnja u svakoj tvrtki tekla nesmetano, sustav kontrole kvalitete mora biti dobro posložen i organiziran i ni u jednom trenutku ne smije biti upitna njegova točnost ili sumnja u dobiveni rezultat. Da bi ostvarili takav rezultat moraju biti korištena odgovarajuća mjerna sredstva tijekom same proizvodnje te unutar mjernog ili kontrolnog laboratorija. Da bi takva sredstva ili instrumenti bili mjerodavni moraju se redovito umjeravati te dobiveni rezultati moraju biti dokumentirani na za to odgovarajući i propisani način a shodno normi ISO 9001:2008.

Pojam kvalitete spominje se u mnogo disciplina, ali uvijek ima jednoznačno značenje a to je da se povezuje sa poboljšanjem proizvoda da bi zadovoljio zahtjeve kupaca bez obzira da li se odnosilo na sustav ili radnje unutar tog procesa. Kvaliteta u proizvodnji najviše se odnosi na ispunjavanja zahtjeva kupca te potpunu funkcionalnost gotovog proizvoda uz što manje nesukladnih dijelova. Kroz vremena način provođenja kvalitete u proizvodnji je prošao nekoliko faza i za pojam kvalitete se vežu mnogi pojmovi kao osiguranje ili kontrola kvalitete, menadžment kvalitete te upravljanje kvalitetom.

Sva mjerna oprema izrađuje se sa jednim ciljem, a to je da izmjerena vrijednost bude što točnija normiziranoj i uz što manje izgleda za pogreškom. Ispitna sredstva se mogu razvrstati u tri grupe: mjerni uređaji, kontrolnici, pomoćna sredstva.

Opću definiciju kvalitete još je uvijek teško odrediti ali sigurno je jedno, da se nakon pojave standarda ISO 9000:1987 puno stvari i pojmova objedinilo u korist definiranja kvalitete kao jednoznačnog pojma u mnogim granama korištenja. Kvaliteta bi se mogla opisati na jednostavan način sljedećim funkcijama:

KVALITETA = ZNANJE + PLANIRANJE + DOKUMENTACIJA

3. Ručna mjerila za kontrolu kvalitete

Mjerenje je skup eksperimentalnih postupaka koji imaju za cilj određivanje jedne ili više veličina tj. mjerenje je proces usporedbe dobivenog rezultata sa rezultatom koji je uzet kao referentna vrijednost, jedinična mjera.

Mjerenje kao disciplina razvijala se u svim smjerovima, te je bila sveobuhvatna u svim granama znanosti što je rezultiralo pojavom pojma **metrologije** kao znanosti koja se bavi metodama mjerenja prije svega fizičkih veličina. Njezina primarna zadaća je realizacija i održavanje etalona fizičkih veličina prema kojima se svako mjerenje može usporediti i postati valjano, te bi se to moglo nazvati temelj mjeriteljstva. Nadalje metrologija se kao znanstvena disciplina bavi razvojem i izradom mjernih sredstava i uređaja koji su neophodni da bi se mjerni rezultat mogao prikazati kvantitativno te kao takav biti mjerodavan za daljnje usporedbe ili vrednovanja. Obrada rezultata i analiza izmjerenih vrijednosti nefizički su dio metrologije koji je jednako važan kao i sam rezultat, jer izmjerena vrijednost bez pravilne interpretacije istovjetna je krivo izmjerenoj vrijednosti.

Tri su grane metrologije trenutno prisutne u mjeriteljstvu, a podijeljene po područjima na kojima djeluju:

- Znanstvena metrologija
- Industrijska metrologija
- Zakonska metrologija

Znanstvena metrologija zaslužna je za objedinjenje razvoja te znanstveno istraživačkog rada u jednu cjelinu, pri čemu ima za zadatak organizaciju i razvoj mjernih etalona te održavanje etalona najviše razine.

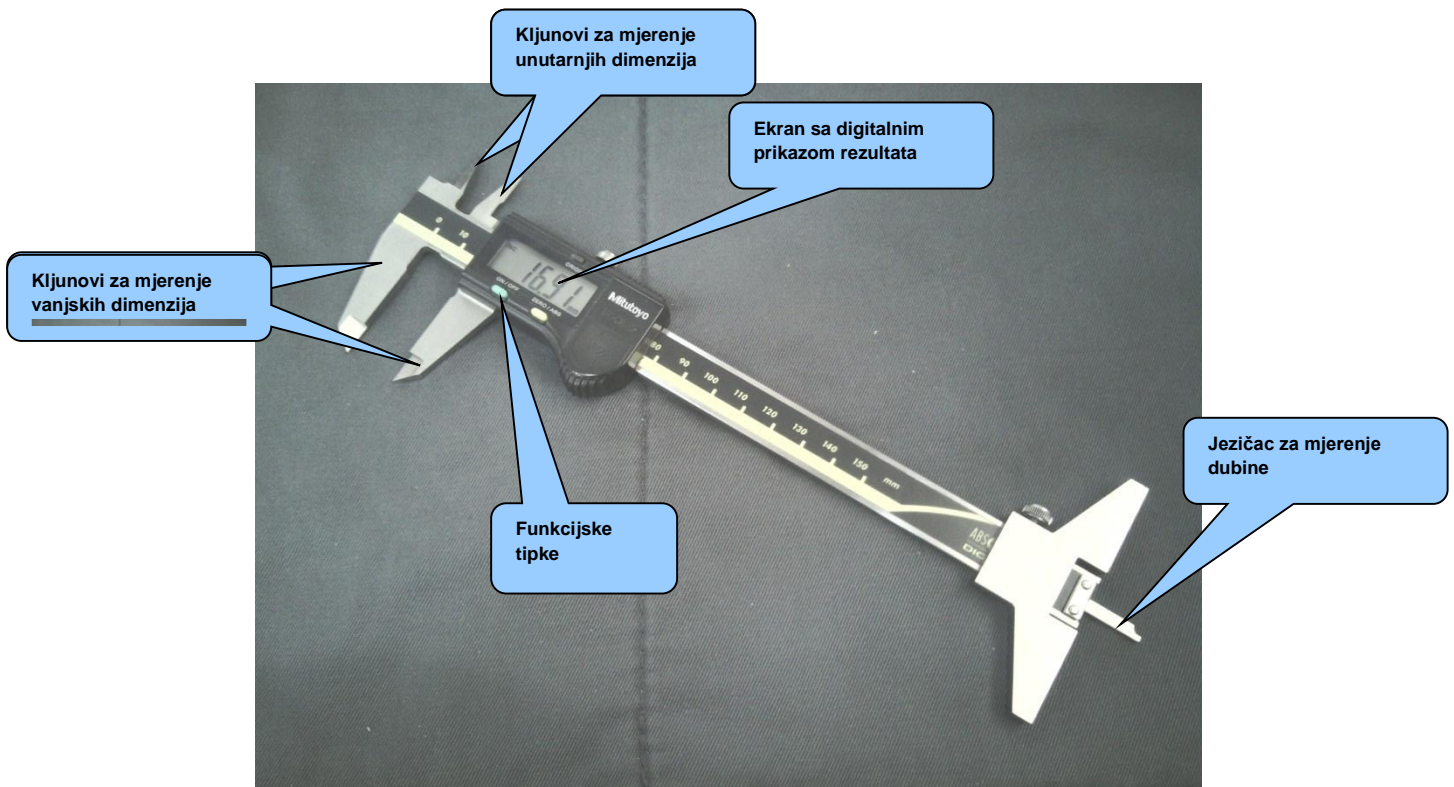
Industrijska metrologija ima za cilj usmjerenje proizvodnje da teče u skladu sa međunarodnim i nacionalnim standardima, a u svrhu ostvarivanja kvalitetnog proizvoda. Paralelno s time ona je zaslužna za pravilno funkcioniranje i održavanje mjernih sredstava i uređaja koja su neophodna da bi pojam mjerenja uopće bio prisutan u industriji. Ta vrsta metrologija mogla bi se poistovjetiti sa standardizacijom svega što obuhvaća, od izbora mjerila pa do samog procesa mjerenja koji se provodi

unutar nekog pogona. Upravo je industrijska metrologija ta disciplina koja mora težiti uvođenju standardizacije unutar svog područja djelovanja

Ukratko ću opisati i slikovno prikazati mjerna sredstva koja se koriste unutar tvrtke Zrinski AG d.o.o. a koja će nam u kasnijem razmatranju biti potrebna za izmjeru strojnog komada.

3.1 Digitalno pomično mjerilo

Digitalno pomično mjerilo (slika 1.) je ručni alat koji se koristi za mjerenja vanjskih i unutarnjih promjera, mjerenja dubine te visine utora, mjerenja vanjskih i unutarnjih dimenzija pravilnih oblika. Mjerno područje pomičnih mjerila kreće se od 0-1000 mm, dok razlučivost leži u granicama od 0.001 do 0.01 mm ovisno o potrebama mjerenja. Na slici je prikazani mikrometar mjernog područja 0-150 mm.



Slika 1. Digitalno pomično mjerilo

Kljunovi za unutarnja-vanjska mjerenja najvažniji se dijelovi mjernog sredstva, jer oni dolaze u kontakt sa mjernom pozicijom, pa je veoma važno da budu napravljeni od tvrdog metala otpornog na trošenje. Mjerne površine su obrađene najfinijim procesom završne obrade gdje ravnost mjernih površina doseže vrijednosti 0.0005 mm.

Funkcijske tipke najčešće se sastoje od funkcija uključi/isključi, funkcija poništavanja vrijednosti te mogućnost „zamrzavanja“ rezultata ukoliko se radi o mjerenju dimenzija u skućenim prostorima.

Sustav za očitavanje vrijednosti sastoji se od mjerne skale koja je s vanjske strane vidljiva kao i mjerna skala analognog pomičnog mjerila dok je onaj nevidljivi dio magnetne

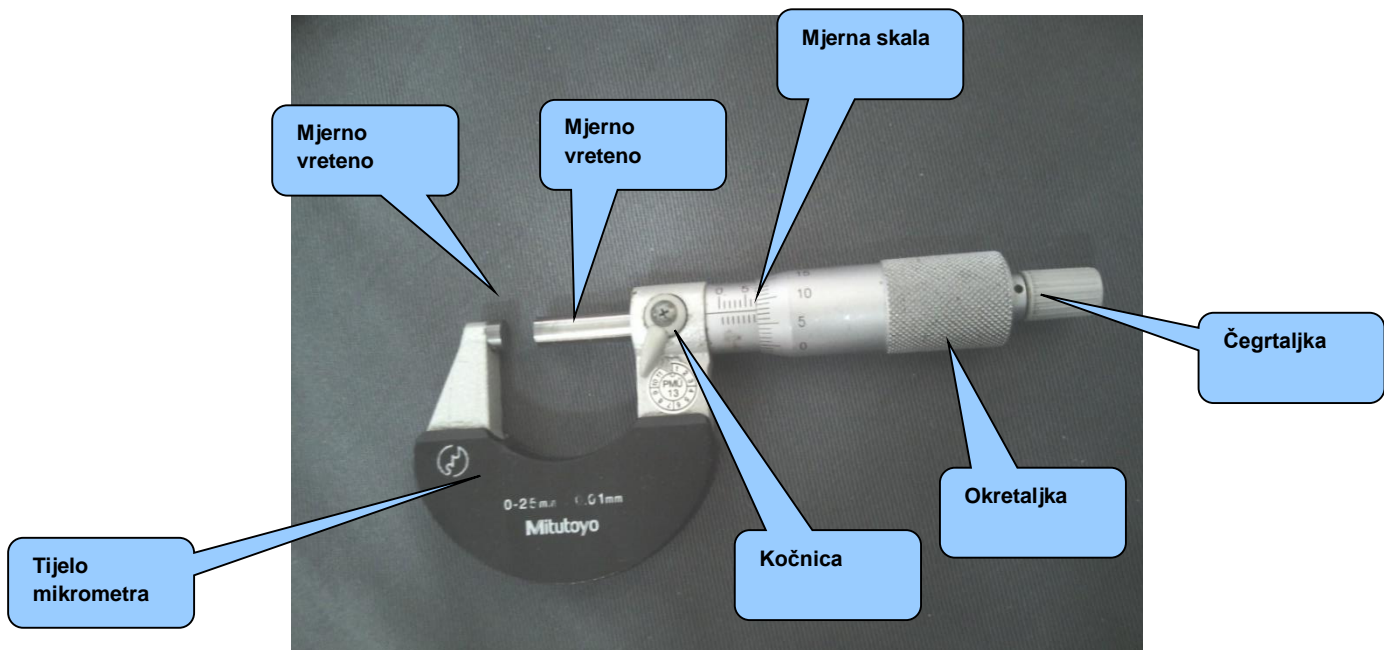
mjerne skale podijeljen u mrežu razmaka 0.01 mm što je ujedno i razlučivost mjernog sredstva. Gornji sustav očitavanja koji kliže po magnetno-mjernoj skali mjeri svaku liniju kojom prolazi te time pokazuje rezultat na ekranu. Iz tog razloga je vrlo bitno voditi računa o čistoći mjerne skale, jer ukoliko postoji i najmanja zapreka ili oštećenje mjerni sustav će očitavati pogrešnu vrijednost.

Pošto je pomično mjerilo veoma rašireno i popularno kod kontrole i mjerenja u proizvodnji zbog svoje izvedbe i jednostavnom načinom primjene, to je jedino mjerno sredstvo kod kojega nije zadovoljen Abbe-ov princip te je potrebno voditi brigu oko paralelnosti mjernih površina te pritisne sile kod mjerenja, posebno kod mjerenja vrhovima.

3.2 Mikrometar

Mikrometar ili stremeni vijak (slika 2.) je ručno mjerno sredstvo kojim je moguće mjeriti vanjske mjere i promjere u rasponu od 0-1000 mm (u specijalnim slučajevima i više), razlučivosti 0.001 mm. Mjerenje se ostvaruje dodirnom površine na vretenu sa jedne i druge strane dok je sila pritiska ograničena čegrtaljkom. Dodirne površine na vretenu najčešće se izrađuju od karbida zbog otpora na trošenje te mogućnost fine završne obrade. Navojno vreteno pomoću kojeg se ostvaruje kretanje najčešće je kaljeno ili od materijala otpornog na temperaturne oscilacije. Na kraju vretena nalazi se čegrtaljka koja uvijek ostvaruje istu pritisnu silu mjerenja.

Kod specijalnih izvedbi mikrometara, mjerne površine mogu biti različitih oblika ovisno o potrebama mjerenja, pa se tako često sreću tanjuraste izvedbe, izvedbe za mjerenje unutarnjih promjera, izvedbe sa vrlo tankim mjernim površinama na utore. Mikrometar može biti opremljen ekranom za digitalno očitavanje rezultata (slika 3.).



Slika 2. Mikrometar



Slika 3. Digitalni mikrometar

3.3 Mjerna ura i komparator

Mjerna ura (slika 4.) je mehanički ručni mjerni alat s kojim je moguće precizno mjerenje duljina. Karakterizira je mogućnost primjene u skoro svim smjerovima mjerenja pošto ima mogućnost prihvata za posebne držače i mjerne granitne stolove. Područje mjerenja kreće se od 0-125 mm, dok je rezolucija najčešće u granicama od 0.001-0.01 mm. Mjerna ura ima mogućnost pokazivanja rezultata kao izmjerenu vrijednost (digitalno ili analogno) ili kao razlika rezultata naspram neke reference (komparator).

Komparatori (slika 5.) se najčešće koristi kod mjerenja ravnosti površine, kružnosti vanjskog promjera ili paralelnost pozicije gdje je bitno odrediti odstupanje mjernog komada od samoga sebe. Kod mjerne ure i komparatora postoji fleksibilnost i u pogledu ticala koja su u kontaktu srednjoj veličinom, a mogu se mijenjati prema trenutnoj potrebi.



Slika 4. Mjerna ura



Slika 5. Komparator

3.4. Granični kontrolni trnovi

Granični kontrolni trnovi (slika 6.) se koriste za mjerenje promjera rupa. Sastoje se od dva djela „dobar i loš“ a izrađuju se prema zahtjevima tolerancija. Rade na principu da dobar dio ulazi u rupu a loš ne. Slike (7. i 8.) prikazuju razliku između graničnog kontrolnog navoja i graničnog kontrolnog trna.



Slika 6. Granični kontrolni trnovi



Slika 8. Granični kontrolni navoj



Slika 7. Granični kontrolni trn

3.5 Kontrolni trnovi i navojna kontrolna matica

Kontrolni trnovi (slike 9. i 10.) i navojna kontrolna matica (slika 11.) se koriste za mjerenje rupa, i sastoje se od dobrog i lošeg djela. Koriste se na isti princip kao i granični kontrolni trn.



Slika 9. Kontrolni trnovi



Slika 11. Navojna kontrolna matica



Slika 10. Kontrolni trn

3.6 Mjerni mikroskopi

Mjerni mikroskopi (slika 12.) mjere sve dimenzije koje je moguće vidjeti u 2D projekciji. Znači sve vrste dimenzija, kutova te pozicija.

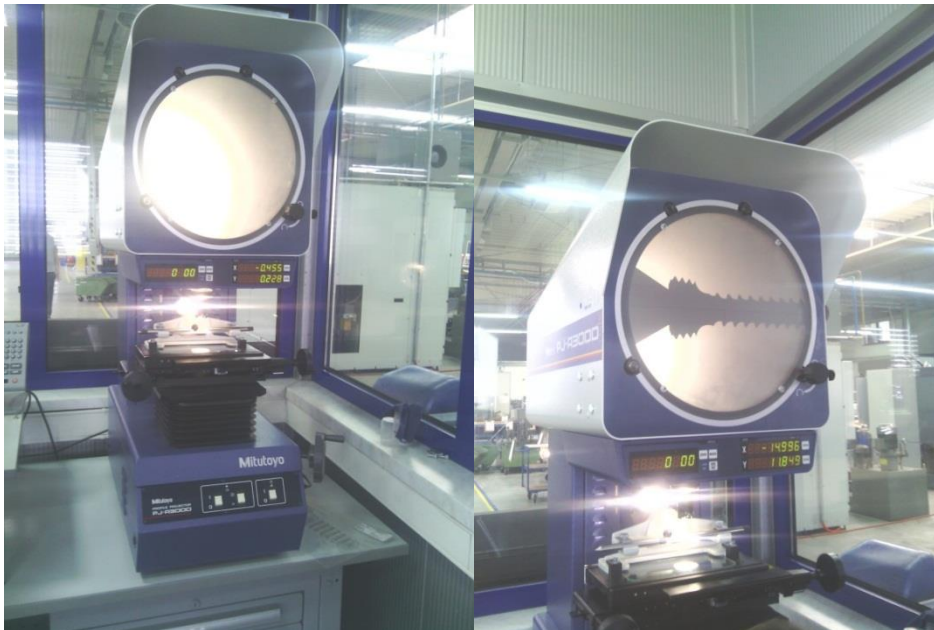


Slika 12. Mjerni mikroskop

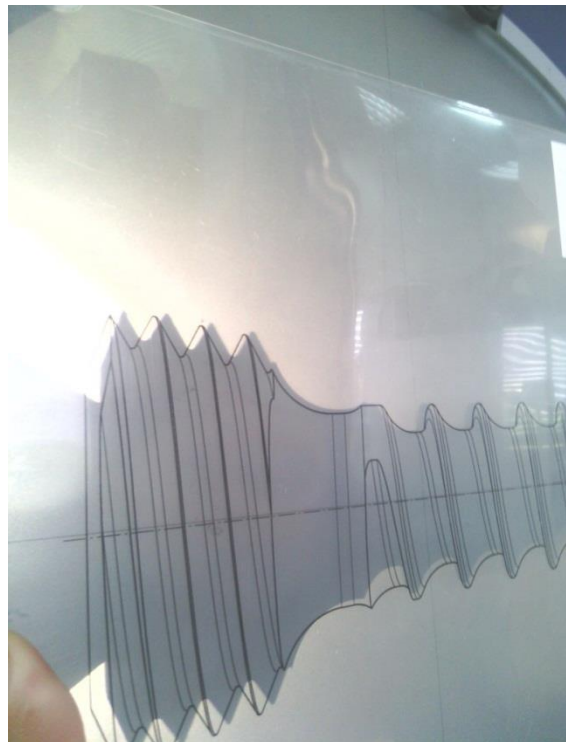
Slika 3.12. prikazuje mjerni mikroskop koji ima mogućnost digitalizacije slike za što jasniju sliku te preciznije mjerenje.

3.7 Mjerni projektor

Mjerni projektor (slika 13.) koristimo za mjerenje vijaka. A očitati možemo numerički ili vizualno (slika 14.).



Slika 13. Mjerni projektor



Slika 14. Kontrola vijaka pomoću folije

4. CNC mjerilica Zeiss Accura

Prve mjerilice se pojavljuju pedesetih godina prošlog stoljeća u Italiji i Škotskoj, dok se prva CNC mjerilica pojavila 1959. godine u Italiji. Kasnije su se proširile diljem Europe npr. Francuska (Renault), Njemačka (Zeiss CMM), Engleska (Sheffield Metrology) itd..

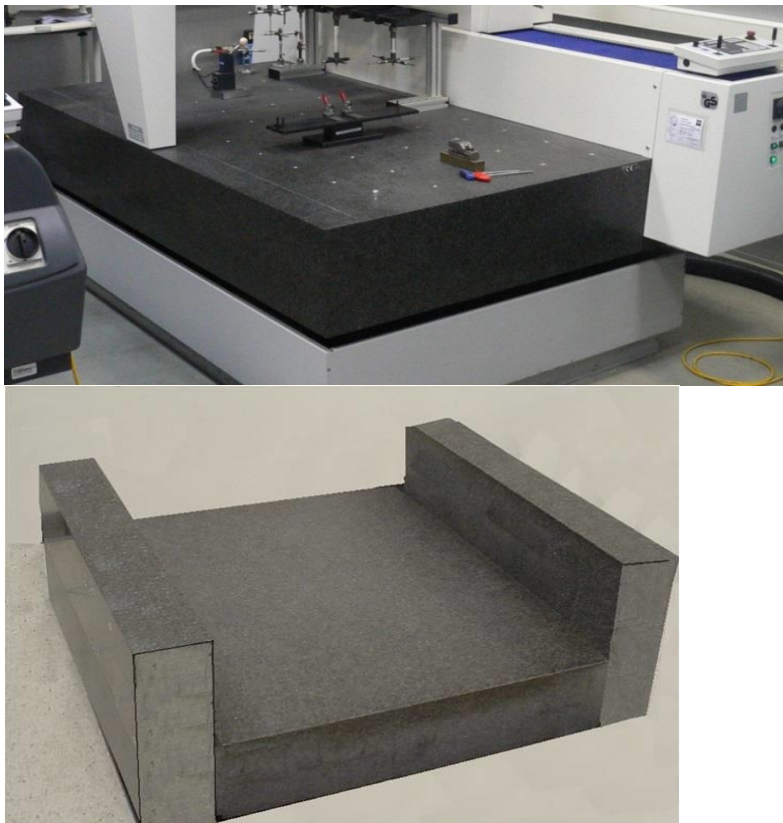


Slika 15. Zeiss Accura

CNC mjerilica Zeiss Accura (slika 15.) je trokoordinatni mjerni stroj koji je upravljani računalom te izvodi izuzetno precizna mjerenja svih mjera oblika i položaja (promjer i oblik provrta, paralelnost i ravnost površine, mjerenje navoja i sl.)

4.1. Osnovni dijelovi mjerilice

Materijali od kojih je rađena moraju imati najmanji koeficijent temperaturnog širenja (granit, keramika, karbon i sl). Sve kinematske veze moraju biti napravljene u vrlo preciznom mjerilu, reda veličine $1\ \mu\text{m}$. (granitne vodilice). Kod strojne obrade neke pozicije temperature iste znatno je viša od idelanih i propisanih $20^\circ \pm 1^\circ$ te da bi mjerenje bilo što točnije postoji kompenzacija razlike temperature. Pomoću senzora topline stroj očitava trenutnu temperaturu mjernog komada te prema zadanom koeficijentu toplinskog širenja (ovisno o kojem se materijalu radi) i razlici temperature korigira sve izmjerene rezultate te se time dobivaju mjerodavni rezultati na idealnoj teperaturi od $20^\circ \pm 1^\circ$ (vrlo važno ukoliko isti taj komad provjerava neki drugi laboratorij radi usporedbe mjerenja).

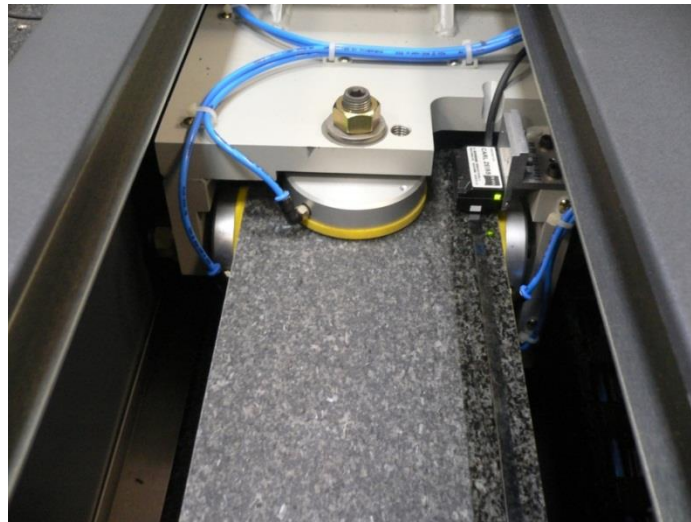


Slika 16. Granitni stol i granitne vodilice

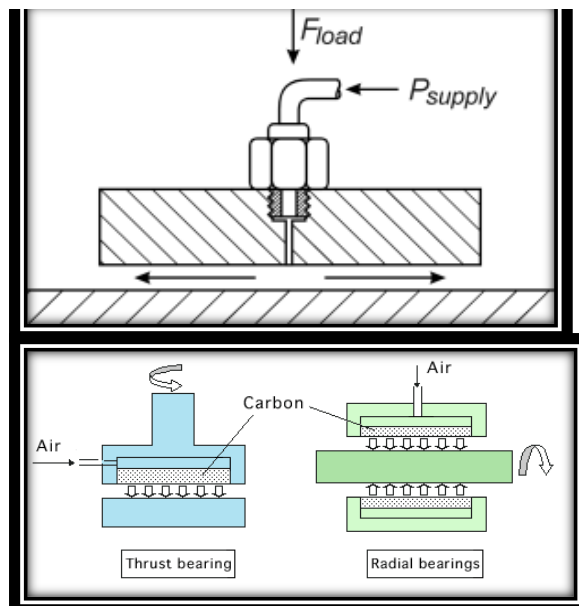
Granitni stol i granitne vodilice (slika 16.) bruse se ručno te na posebni način poliraju da bi rezultat toga bila izrazito ravna površina (niti jedna točka na stoju ne smije odstupati više od 0,02 mm.)

Dimenzija granitnog stola iznose (ŠxDxV) 120x160x60.

4.1.1. Zračni ležajevi



Slika 17. Zračni ležajevi



Slika 18. Princip rada zračnih ležajeva

Zeiss Accura leži na 15 zračnih ležajeva (slika 17.). U svakom tom ležaju cirkulira zrak na 5 bara koji omogućava da radni dio stroja lebdi na 0.03 mm visine od granitne

vodilice (slika 18.) . Rezultat toga je da nema trošenja i trenja prilikom rada što omogućava veliku preciznost kod mjerenja a istovremeno i relativno velike brzine kretanja (do 300 mm/min).

U slučaju da se dogodi neki kvar i tlak pada ispod 5 bara mjerilica se automatski isključuje.

4.1.2. Mjerna glava



Slika 19. Mjerna glava

Kad dođe do dodira tastera i površine, mehanički pomak tastera u mjernoj glavi (slika 19.) rezultira pojavom električni signal (Piezo element) koji javlja u sustav da je došlo do kontakta. Sila kojom taster dodirne komad se prenosi na Piezo element, pri čemu se stvara razlika potencijala koji rezultira električnim signalom.

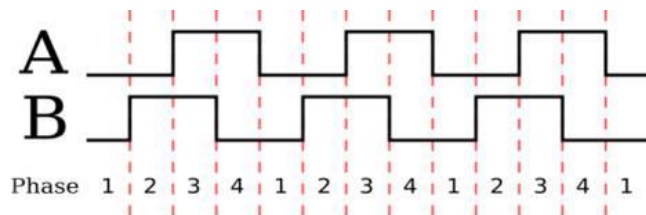
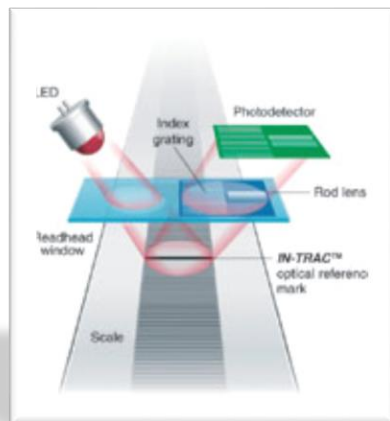
4.1.3. Enkoder (pozicioner)

Enkoder (slika 20.) služi za točno pozicioniranje pojedine osi.

Predstavlja direktnu vezu između mjerilice i računala.



Slika 20. Enkoder



Slika 21. Princip rada enkodera

Enkoder radi na način da čita liniju u kojoj su laserski ucrtane pruge gdje je jedna pruga od druge udaljena $1 \mu\text{m}$ (slika 21.) . To znači da je jedan korak jedan $1 \mu\text{m}$.

4.1.4. Ticala i taster

Materijal od kojih se sastoje ticala i taster (slika 22.) moraju biti neovisni o temperaturnom širenju, kao što je karbon ili keramika. Glava je većinom od rubina ili nekog drugog materijala koji se najmanje troše.



Slika 22. Ticala i taster

4.1.5. Kontrolna ploča

Kontrolna ploča (slika 23.) služi za ručno pozicioniranje mjerne glave.



Slika 23. Kontrolna ploča

4.2 Upravljanje

Programiranje i upravljanje mjernim uređajem bazirano je na principu CAD/CAM sustava, što znači da je moguće zadavati sve parametre preko 3D modela. Ovakav način je najbrži i najefikasniji kod programiranja. Kad generiramo CAD model u programu, na njemu možemo odraditi sve operacije i putanje tastera, te nakon toga pustiti simulaciju radi mogućih kolizija. Nakon uspješno provedenog mjernog programa valja odabrati mjerni sustav (sustav s jednim ili više tastera) koji će adekvatno odraditi tu poziciju (duljine, oblici i promjeri pojedinog tastera). Nakon toga je potrebno stroju "pokazati" gdje se na radnom stolu nalazi njegova pozicija za mjerenje (uzimanje nultih točaka radi se manualno preko upravljačkog pulta). Kao sigurnost kod svakog sljedećeg početka mjerenja (kod serijskog mjerenja) mjerilica ima mogućnost da sama traži poziciju i do 20 mm (ukoliko operater krivo stegne poziciju u napravu) te prema tome generira nove nule i započne mjerenje. Velika prednost ovakvih strojeva i upravljanja je u tome što omogućavaju da radnik sa stroja sam može kontrolirati svoj proizvod bez ikakve pomoći operatera sa mjerilice (najviše dolazi do izražaja kod velikih serija zahtjevnih pozicija). Ovakvi mjerni sustavi su veoma fleksibilni i mogu se prilagoditi svim načinima i uvjetima rada, pozicijama u rasponu veličine od 10-1500 mm i veoma složene prirode, a jedni od rijetkih sustava koji mogu mjeriti sve tolerancije oblika i položaja (kružnosti i koncentričnosti provrta, ravnosti i paralelnosti površina, radijalnih i aksijanih udara...). Sve rezultate moguće je vidjeti i prezentirati grafički što je jako korisno kod mjerenja oblika.

5. Mjerna oprema u odabranom poduzeću

Svako mjerilo koje se koristi mora imati svoj točno određeni interval umjeravanja tj. kontrolu da li je mjerilo ispravno, neoštećeno i funkcionalno.

Laboratorij za mjerenje i kontrolu tvrtke Zrinski AG d.o.o. ima organizaciju i sve tehničke zahtjeve postavljene prema normi ISO 17 025 te u svrhu osiguranja kvalitete rezultata sustavno provodi niz aktivnosti od organizacije rada, izobrazbe osoblja, osiguranja uvjeta prostora, kontrole svih faza ispitivanja do postupanja s mjernom opremom. Pošto je tema ovog poglavlja umjeravanje mjerne i ispitne opreme, u nastavku više pažnje biti će posvećeno toj djelatnosti Laboratorija.

5.1 Nabava mjerne i ispitne opreme

Proces osiguranja kvalitete kreće od nabave opreme koja je potrebna da bi se proces mjerenja uopće mogao provesti. O mjernoj opremi uvelike ovisi kvaliteta rezultata pa je to važan čimbenik koji treba uzeti u obzir kod procesa nabave mjerne opreme. Za nabavu mjerene opreme postoji plan nabave, a izrađuje se prema planu uvođenja novih pozicija, novih mjernih metoda, analize postojeće opreme, analize preventivnih radnji ili u slučaju kad neki od mjernih uređaja više ne zadovoljava kriterije. Plan nabave kreira se prema ponudama proizvođača opreme te prema financijskom kriteriju. Odabir odgovarajućeg ponuđača najviše ovisi o udovoljavanju uređaja traženim specifikacijama. Cilj i svrha izrade plana nabave je eliminirati početnu mogućnost odstupanja kupljene mjerne opreme od zadanih ili željenih karakteristika čime se odmah smanjuje i mogućnost poje pogreške kod mjerenja.

Kod svake nabave mjerne opreme, provjerava se da li postoji specifikacija proizvođača te umjernica, te ukoliko ona ne postoji takvo mjerno sredstvo ili uređaj provjeravaju se internim umjeravanjem ili se daju na provjeru u ovlaštenu laboratorij za umjeravanje.

5.2 Označavanje i evidencija opreme

Svako novo mjerno sredstvo ili uređaj dobivaju svoj jedinstveni interni broj koji se sastoji od slova koja označavaju vrstu, te četiri znamenke koje označavaju redni broj. Takva oznaka ugravirana je na mjerno sredstvo i na kutiju u kojoj je skladišteno kada nije u upotrebi. Procesu graviranja na samom sredstvu se pristupilo nakon loših iskustava sa naljepnicama i upisivanje brojeva markerom pri čemu se često događalo da se brojevi izbrišu ili budu odlijepljeni, posebno kod mjernih sredstva koja se koriste direktno u proizvodnji.

Za svako mjerno sredstvo nakon što dobije svoj unificirani broj, u bazu mjernih sredstva upisuje se radno mjesto na kojem se nalazi te ime i prezime osobe koja ga zadužuje i odgovara za njegovu funkcionalnost. Zajedno sa tim podacima upisuje se i datum prvog umjeravanja, ime i prezime mjeritelja, te se podaci o umjeravanju dokumentiraju i čuvaju sve dok mjerno sredstvo ne bude otpisano kao nesukladno.

Za dokumentiranje podataka o mjernim sredstvima koristi se softverski paket Gewatec CAQ koji će biti opisan i objašnjen ukratko u poglavlju 5.2.1 dok se evidencija o umjeravanju opreme upisuje direktno u evidencijski list koji se sastoji od radnog postupak i radne upute za umjeravanje pojedinog mjernog sredstva.

Pošto se umjeravanja provode prema unaprijed određenim intervalima 6,12 ili 24 mjeseca, za svaki interval postoje posebne markice koje su određene bojom, mjesecom i godinom kad je umjeravanje provedeno što za svrhu ima lakše uočavanje da li je neko sredstvo mjerodavno ili mu je validacija umjeravanja istekla te se na taj način pokušava izbjeći mogućnost mjerenja opremom kojoj je istekao interval umjeravanja.

5.2.1. Softverski paket Gewatec CAQ

Ovaj softverski paket ima vrlo veliki značaj u vođenju evidencije mjernih sredstava unutar laboratorija ukoliko se radi o velikom broju istih. U laboratoriju za mjerenje i kontrolu tvrtke Zrinski AG d.o.o broj mjernih i ispitnih sredstava nešto je malo iznad 900 raspoređenih na 28 radnih mjesta, pa je vođenje brige o datumima umjeravanja te smještaju pojedinog vrlo komplicirana. Ovakav sustav evidencije u tom slučaju jako olakšava posao jer se u njegovoj bazi nalazi sva mjerna oprema koja je ušla u tvrtku. Podaci koji se stavljaju u bazu Gewatec CAQ a važni su za vođenje evidencije mjerne opreme su sljedeći:

- datum ulaska opreme u tvrtku, odgovorna osoba za preuzimanje i odobravanje valjanosti nove opreme
- evidencijski broj pojedinog mjerila, naziv proizvođač, mjerno područje, tolerancijsko područje, datum prvog umjeravanja i tko ga je proveo
- smještaj pojedine opreme prema sektoru tvrtke te prema pojedinim radnim grupama
- eventualna oštećenja koja su bila na mjerilu ukoliko su otklonjena
- rezultati zadnjeg umjeravanja i tko ga je proveo
- interval nakon kojeg dolazi do sljedećeg umjeravanja i provjere opreme

Uz to važno je napomenuti da postoji mogućnost automatskog upozorenja kada dolazi vrijeme za ponovno umjeravanje/provjeru mjerne opreme u intervalu koji je zadan te se na taj način mogućnost neispravnog mjernog sredstva ili opreme svodi na minimum.

5.3. Rukovanje mjernom opremom

Rukovanje opremom jedan je od nužnih uvjeta da bi rezultata mjerenja bio ispravan. Zbog toga laboratorij za svaki uređaj posjeduje upute o pravilnom rukovanju mjerne i ispitne opreme, koji je izrađen od strane kvalificiranih osoba, a ujedno se te upute nadopunjuju i održavanju prema potrebi proizvodnje i laboratorija.

Rukovanje opremom smije samo kompetentno osoblje koje je kvalificirano ili obučeno preko internih programa izobrazbe, ili u slučaju specijalne ili kompliciranije opreme moguća je eksterna izobrazba. O svakom programu izobrazbe, te o osposobljenosti vode se zapisi za koje je odgovoran voditelj laboratorija.

5.4. Održavanje opreme

U postupak rukovanja opremom upisano je i održavanja opreme te potrebne radnje prije samog korištenja opreme koje su korisnici opreme dužni odraditi prije mjerenja. U takve preventivne mjere održavanja i inspekcije spadaju sljedeće radnje, a obavezne su za mjerna sredstva koja se nalaze direktno u proizvodnji:

- vizualna inspekcija mjernog sredstva prema mogućim oštećenjima
- funkcionalnost (zbog blizine emulzije moguće prolijevanje po uređaju/sredstvu)
- čiste mjerne površine (mogućnost lijepljena strugotine na površinu)
- vidljivost rezultata na ekranu
- provjera markice valjanosti umjeravanja

Zbog ekstremnih uvjeta korištenja mjernih uređaja u proizvodnji, ove radnje su nužno potrebne neposredno prije korištenja mjerne opreme.

5.5. Izrada uputa za umjeravanje

Da bi laboratorij pravilno provodio mjerenja, mjeritelj koji dolazi u doticaj s mjernom opremom za umjeravanje mora biti dobro upućen u proces umjeravanja kao i u funkcije mjerne opreme. Da bi mjerenje bilo neovisno o mjeritelju (faktor koji je kod mjerenja utjecajan na rezultat mjerenja) i unificirano za svakog mjeritelja, izrađene su upute za umjeravanje sa kojima se mjeritelj obavezno mora upoznati prije početka umjeravanja mjerne opreme. Upute su izrađene prema zahtjevima sljedećih normi:

1. DIN 862 - Specifikacije i tehnički zahtjevi pomičnih mjerila za proizvođače
2. VDI/VDE/DGO 2618 / 9.1 - Upute za umjeravanje pomičnih mjerila
3. DIN 863-1 - Specifikacije i tehnički zahtjevi mikrometara za proizvođače
4. DIN 863-2 - Upute, zahtjevi i umjeravanje mikrometara
5. VDI/VDE/DGO 2618 / 10.1 - Upute za umjeravanje mikrometara
6. DIN 878– Specifikacije i tehnički zahtjevi mjernih ura
7. VDI/VDE/DGO 2618 / 11.1 - Upute za umjeravanje mjerne ure

Svaka uputa jasno daje opis mjernog sredstva sa svim bitnim dijelovima, nadalje daje popis referentnih etalona koje je potrebno koristiti, opisuje kako iskazati mjernu nesigirnost kod umjeravanja te koji uvjeti okoline moraju biti zadovoljeni da bi umjeravanje bilo pravovaljano.

6. Postupak umjeravanja mjerne opreme u odabranom poduzeću

Kod umjeravanja mjerne opreme u Zrinski AG koristimo etalone koji služe samo za tu svrhu, te su isti umjereni i provjereni kod zasebne agencije koja umjerava kontrolne naprave. Imamo više različitih grupa etalona i mjernih naprava za umjeravanje: etaloni za umjeravanje mikrometara, pomičnih mjerila, mjernih ura, kontrolnih trnova....koji imaju svoje posebne oznake. Na slici (24.) prikazani su različiti setovi za kalibraciju.



Slika 24. Setovi za kalibraciju

6.1. Set za kalibraciju mikrometara

U setu za kalibraciju mikrometara nalaze se etaloni različitih dimenzija, da bi čim točnije provjerili valjanost mjerne opreme tj. mikrometra.

Njegova oznaka je BN 0001, a sadrži etalone od 2,5mm do 25mm.

Na slikama (25. i 26.) je prikazani set za kalibraciju mikrometara BN 0001!



Slika 25. Set za kalibraciju mikrometra BN 0001



Slika 26. Set za kalibraciju mikrometra BN 0001

6.2. Set za kalibraciju mjernih ura (0,001...BN 0002)

Za umjeravanje mjernih ura koje imaju očitavanje na 1×10^{-3} mm koristimo ovaj set etalona umjerenih za tu namjenu. Spremljeni su u posebnoj kutiji i to u mjernoj skali od 1,001 – 1,009 mm. Slike (27. i 28.) prikazuju set za kalibraciju mjernih ura BN 0002.

Slika 27. Ste za kalibraciju mjernih ura BN 0002





Slika 28. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0002

6.3. Set za kalibraciju mjernih ura (0,01...BN 0004)

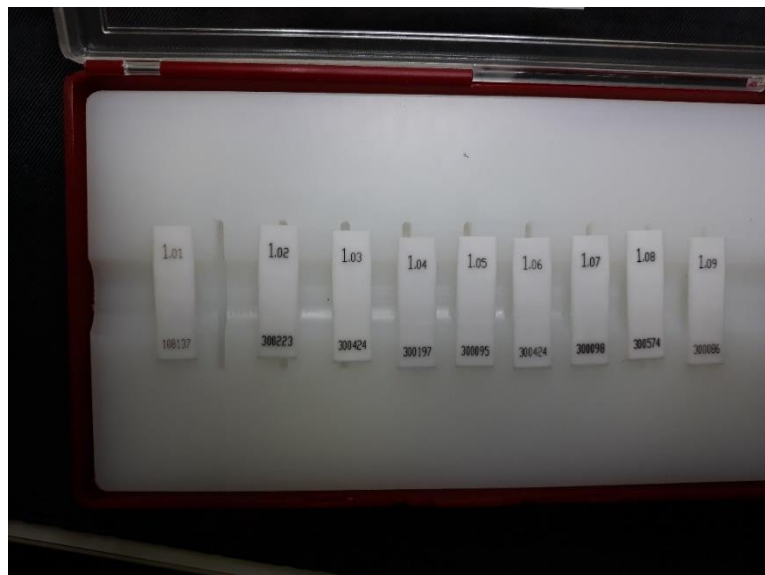
Isto kao i kod mjernih ura koje imaju očitavanje na trećoj decimali, kod ovih ura imamo poseban set etalona namjenjenih za mjerne ure s očitanjem od 1×10^{-2} mm.

Etaloni se nalaze u veličinama (1,01 - 1,09) mm.

Na slikama (29. i 30.) vidimo etalone iz ovog seta.



Slika 29. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0004



Slika 30. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0004

6.4. Set za kalibraciju pomičnih mjerila (BN 0003, 0 – 150 mm)

U setu BN 0003 za kalibraciju pomičnih mjerila (0 – 150 mm) nalaza se tri etalona različitih dimenzija:

- 30 mm
- 41,30 mm
- 131,40 mm

Također se nalaze dva kontrolna ringa za provjeru promjera:

- D 25 mm
- D 4 mm

Na slici (31.) se vide etaloni i ringovi za umjeravanje.



Slika 31. Set za kalibraciju pomičnih mjerila 0 - 150 mm

6.5. Set za kalibraciju pomičnih mjerila (BN 0005, 0 – 300 mm)

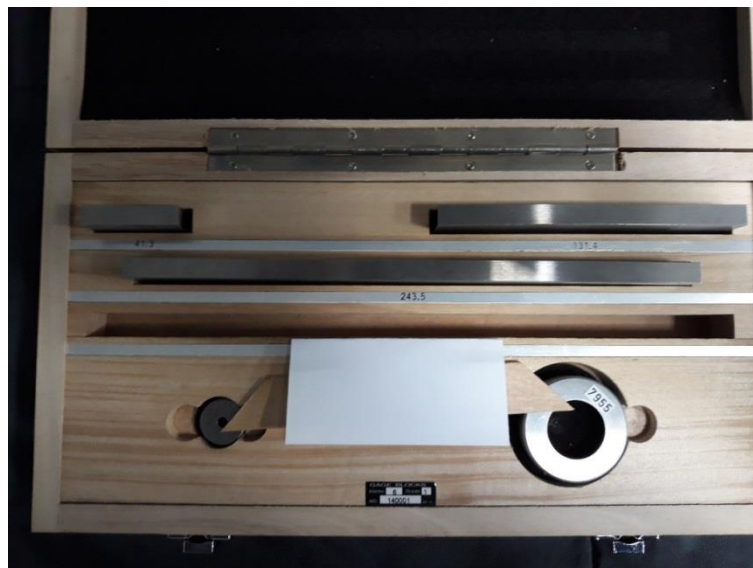
Kao i kod seta BN 0003 za kalibraciju pomičnih mjerila (0 – 150 mm) u setu BN 0005 nalaze se etaloni različitih dimenzija:

- 30 mm
- 41,30 mm
- 131,40 mm
- 243,50 mm

Također imamo kontrolne ringove za provjeru promjera (slika 32), u ovom slučaju dva:

- D 25 mm
- D 4 mm

Na slici (33.) vide se etaloni i ringovi za umjeravanje pomičnih mjerila (0 – 300mm).



Slika 32. Set za kalibraciju pomičnih mjerila 0 - 300 mm BN 0005



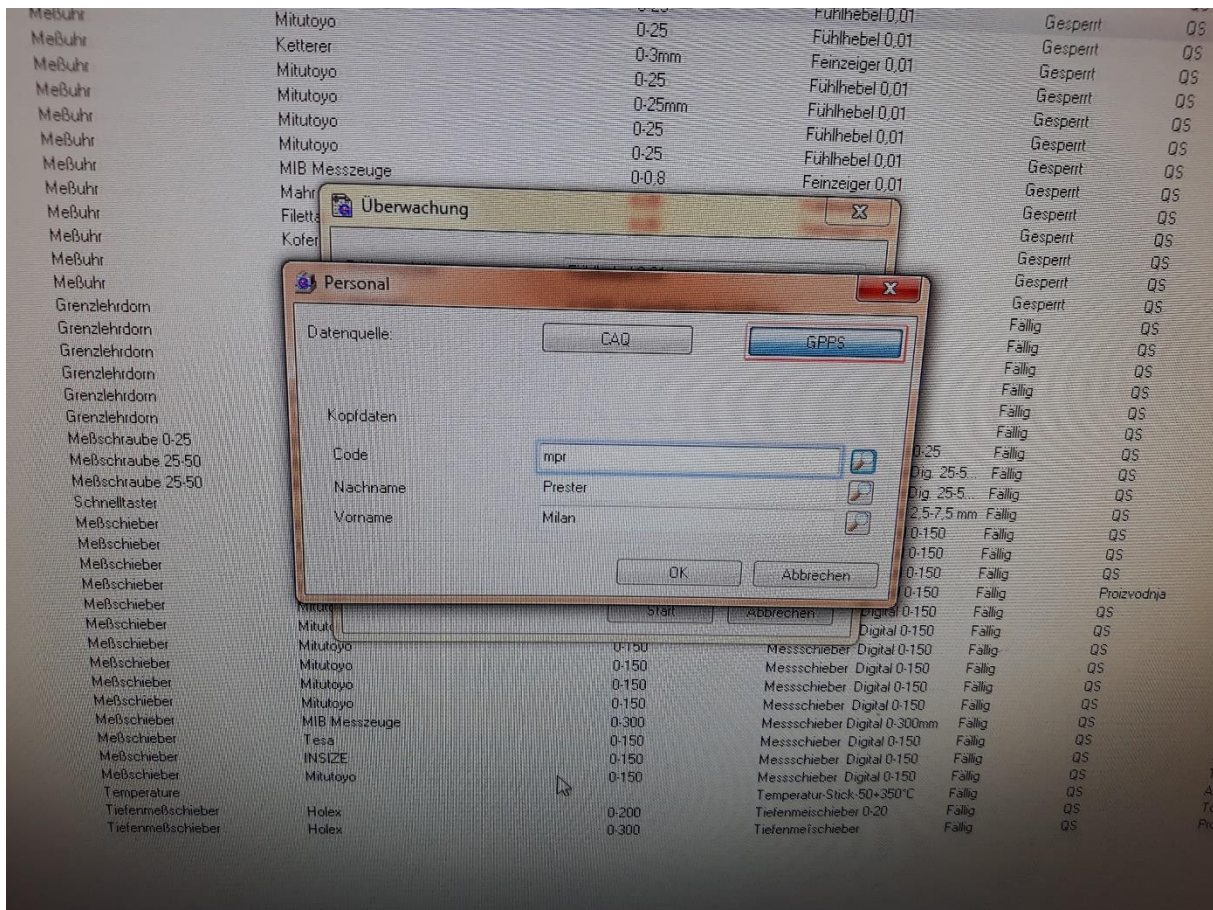
Slika 33. Ringovi za umjeravanje

6.6. Postupak umjeravanja mjerne ure Mitutoyo Absolute (0,01 mm)

U ovom primjeru vidjeti ćemo postupak umjeravanja mjerne ure u Zrinski AG s podjelom od 0,01 mm.

Svaka mjerna ura ima svoj dodjeljeni broj i interval umjeravanja koji je zaveden u softverskom programu Gewatec CAQ. Prestankom valjanosti zadnjeg umjeravanja, dužni smo ponovo umjeriti i provjeriti valjanost mjernog uređaja u ovom slučaju mjerne ure.

Registriranjem u softverski program i pozivanjem adrese određenog mjernog sredstva počinjemo umjeravanje (vidi sliku 34.)



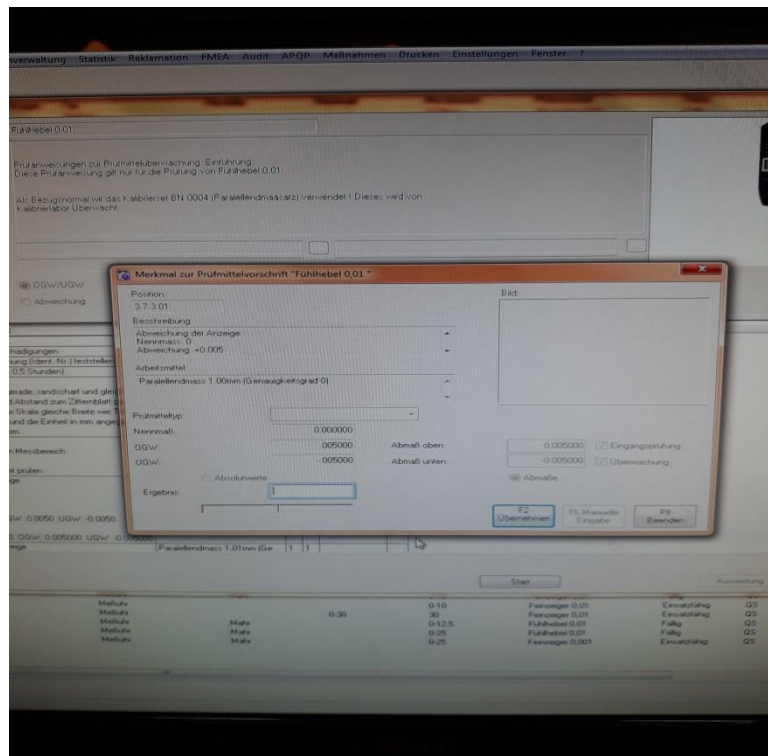
Slika 34. Registriranje u softverski program

Mjernu uru postavljamo u određenu napravu, pripremimo odgovarajući mjerni set i možemo početi s umjeravanjem (vidi sliku 35.)



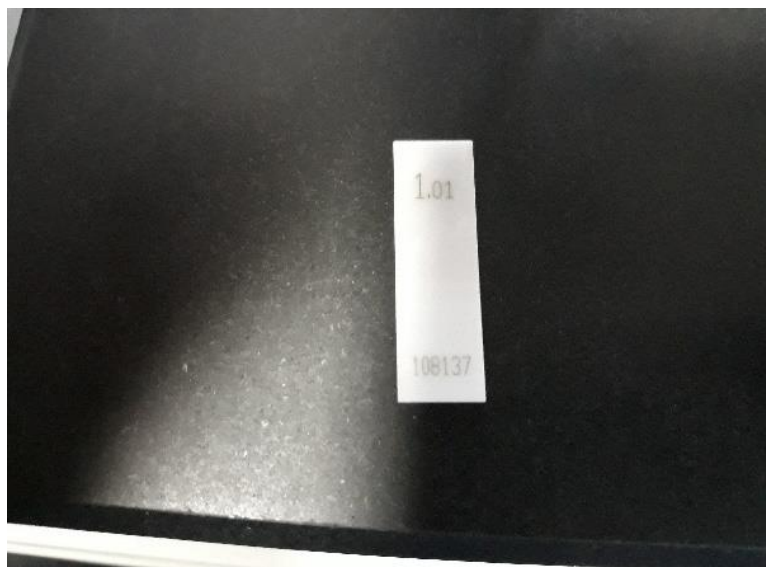
Slika 35. Mjerna ura

Istovremeno u Gewatec CAQ-u programu upisujemo izmjerene vrijednosti za svaki etalon posebno. Prednost ovog programa je da imamo spremljene podatke iz prijašnjih umjeravanja, te lako možemo provjeriti da li mjerno sredstvo koje umjeravamo povećava odstupanje u odnosu na prošlo umjeravanje. Na ovoj slici (36.) vidimo gdje se upisuju vrijednosti.



Slika 36. Upisivanje vrijednosti u Gewatec

Mjernu uru prije umjeravanja moramo dobro očistiti od prljavštine, pregledati da li nema mehaničkih ili kakvih drugih oštećenja. Nakon pregleda i čišćenja, možemo početi umjeravanje. Slike (37., 38., i 39.) prikazuju postupak umjeravanja.



Slika 37. Postupak umjeravanja

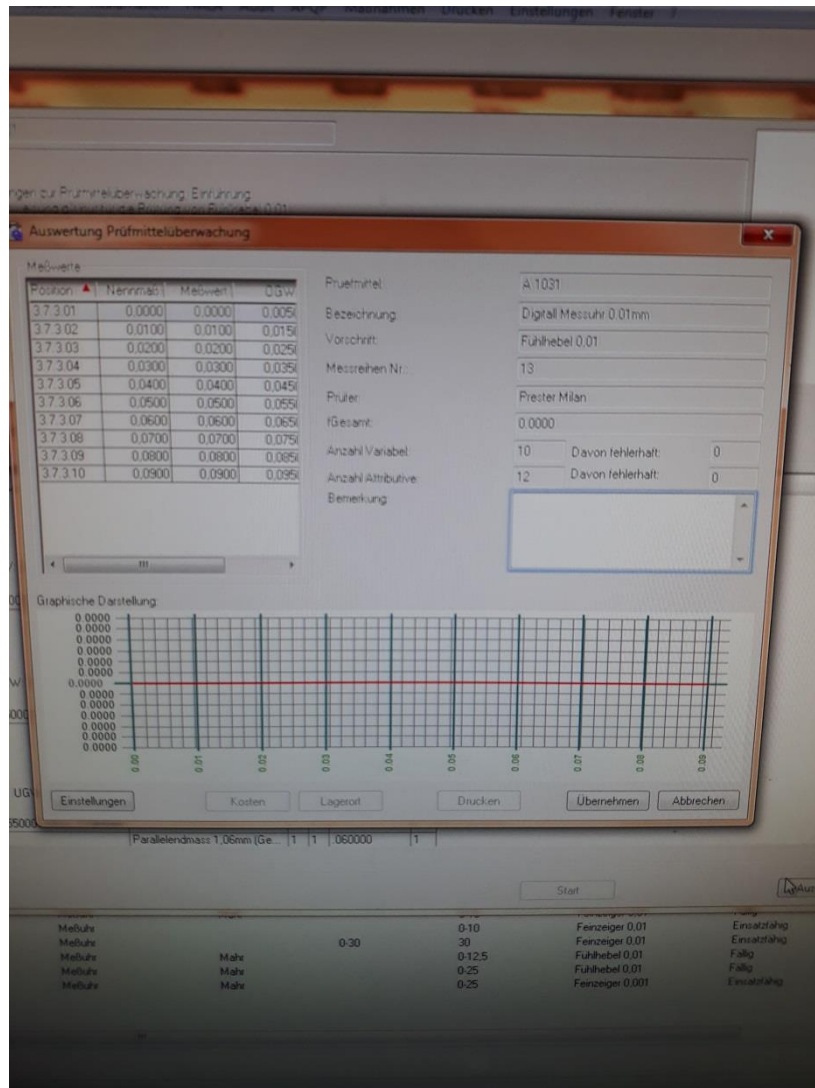


Slika 38. Postupak umjeravanja



Slika 39. Postupak umjeravanja

Nakon zadnjeg izmjerenog etalona prikazuje nam se dijagram svih vrijednosti upisanih za to naše umjeravanje. U ovom slučaju dijagram izgleda kao što vidimo na slici 40..



Slika 40. Dijagram umjerenog sredstva

Znači nije bilo nikakvih odstupanja na zadane tolerancije, te možemo konstatirati da je mjerna ura ispravna i može se koristiti za rad u proizvodnji. Još bih naglasio da se u kontroli kvalitete nalaze posebne mjerne ure koje koriste samo djelatnici kontrole kvalitete.

One se koriste prilikom odobrenja komada za proizvodnju, te završnom kontrolom proizvoda.

7. Proizvodni proces u odabranom poduzeću

7.1. Upravljanje narudžbom

Početak procesa započinje kod zaprimanja narudžbe u odjelu za upravljanje narudžbom.

Podaci u narudžbi se upisuju u program GEWATEC. Taj program služi za izradu ulaznih i izlaznih narudžba, izradu računa, te otpremnica. Prilikom unosa šifre artikla u program, program prikazuje da je artikl već bio rađen.

Unesena narudžba u sustav predaje se odjelu za pripremu rada (menadžment proizvodnje) za odobrenje narudžbe.

Ovaj dokument prikazuje potvrdu narudžbe (slika 41.)

ZRINSKI TEHNOLOGIJA d.o.o. | Gimpeštrnaka 6, HR-42202, Imeovci: Bartovcečki - CROATIA
 OIB: 69156499240, IBAN: 1833111
 Tel: 00385 42 68 44 60
 Fax: 00385 42 68 44 68
 e@zrinski-tehnologija.hr, sales@zrinski-tehnologija.hr
 www.zrinski-tehnologija.hr

ZRINSKI
TEHNOLOGIJA d.o.o.

Zrinski AG
Eisenbahnstraße 100
D - 78573 Wurmlingen
FAX-Nr.: 07461-9330-11

Bestätigungs-Nr. : 2013103181
Datum :
Kunden-Nr. : 83
Seite : 1 von 1
Unsere Zeichen : mjj

Auftragsbestätigung

Wir danken für Ihre Bestellung und bestätigen gemäß den Ihnen bekannten Liefer- und Zahlungsbedingungen:

POS	MENGE	BENENNUNG	E-PREIS PRO	BETRAG (EUR)
1.0	4 Stk	Bestellung: 4500099999 / vom: Stütze NX nach Zeichnung fertigen 000000-1864-550 Artikel-Code : 153-003-031 Kundencharge Ursprungsland : KROATIEN		
		Lieferplan:		
		Termin(e)	Menge	Bemerkung
		KW	4	

Warenwert in EUR :

Versandanschrift : Zrinski AG
Eisenbahnstraße 100
D-78573 Wurmlingen
Versandbedingung : Zufuhr
Lieferbedingung : frei Haus, incl. Verpackung
Zahlungsbedingung : Zahlbar in EUR ohne Skonto nach Rechnungserhalt

Mit freundlichen Grüßen

ZRINSKI Tehnologija d.o.o.

Banka: Sloboda Bank - Sloboda
Zve račun (IBAN): HR17210501110004207
SWIFT: SLOBAH22 | Banka: Zrinski Zrinski Aktivna Bank
Zve račun (IBAN): HR11401001110004207
SWIFT: ZRINSK22 | POS: HR-1833111
Dokumen je legalno registrirovano i dostavljeno pod štampom 0909/2013
Štampano u Zagrebu, 1.10.2013. 11:40:00 AM - info@zrinski-tehnologija.hr

Slika 41. Potvrda narudžbe

Dokument u sebi sadrži količinu proizvoda, cijenu jednog proizvoda, ukupnu cijenu, termin isporuke, uvjete pakiranja, uvjete plaćanja, zemlja podrijetla, broj kupca narudžbe, broj nacrt, šifra artikl. Od nabrojanih najvažnija je šifra artikla koja na sebe veže sve ostale.

7.2. Odjel za menadžment proizvodnje

Šef proizvodnje u ovom odjelu je ovlaštena osoba treba odobriti narudžbu. To znači da provjerava da li je poduzeće u mogućnosti odraditi posao u zadanom terminu naručitelja. Ovlaštena osoba unosi šifru artikla u DMS (dokument menadžment sistem slika 42.). DMS je glavni program koji sadrži svu dokumentaciju vezanu za poduzeće. Npr. kasnije će djelatnik iz DMS-a preuzeti listu alata za obradu te slikovnu i pismenu dokumentaciju. DMS upućuje da je artikl rađen prije pa ovlaštena osoba zna koliko traje vrijeme obrade, te način obrade komada u ovom slučaju; obrada glodanjem i bušenjem.

Kod planiranja ovog postupka uvelike pomaže program zvan TF-Modul.

Ovaj program prikazuje sve pozicije koje su trenutačno u proizvodnji: na kojem stroju se trenutačno radi i vremenski do kad se radi. Strojevi su nominirani radi lakšeg i bržeg snalaženja.



Slika 42. DMS program

Vidjevši da bi se narudžba mogla odraditi u željenom terminu treba još provjeriti da li ima materijala za obradu pozicije. Vidjevši nacrt pozicije ovlaštena osoba točno zna koji je materijal i kojih je dimenzija.

Kad utvrdi da je cjelokupan postupak izvediv, odobri narudžbu.

Slijedeći korak je izrada radnog naloga.

Da bi ovlaštena osoba mogla izraditi radni nalog, mora prvo izraditi plan rada, tj. predložak za izradu provjeru i odobrenje plana rada (slika 43.). U kojem planira redosljed operacija potrebnih za izradu pozicije od pripreme dokumenta za radni nalog do skladištenja u skladište gotovih proizvoda.

Za informaciju
zur Information



Predložak za izradu,
provjeru i odobrenje plana rada

Stranica: 1 of 2

Kunde:	Zeichnung von:	Artikel-Code:	Zeichnungs-Nr.:	Zeichnungs-Rev.:	Artikel-Bezeichnung:
		153-003-031	000000-1864-550 06		Stuetze NX

Position:	Arbeitsgang-Code:	Arbeitsgang-Beschreibung:	Arbeitsgang-Information:
1	801	Priprema dokumenata za radni nalog	Priprema dokumenata za radni nalog Br. nacrt: 000000-1864-550/01 Ispitni protokol dok. br.: 50200_PP 153-003-031-01 Ispitni protokol dok. br.: 50200_PP 153-003-031-02
2	901	Priprema materijala prema listi komada	Priprema materijala prema listi komada - Upisati broj sarze materijala : _____ - Priprema kutija za proizvodnju.
3	1101	Priprema alata i naprava	Priprema alata i naprava - Lista alata br.: 153-003-031
4	201	Priprema mjernih i ispitnih sredstava	Priprema mjernih i ispitnih sredstava Dok. br.: 50200_PP 153-003-031-01
5	102	Priprema stroja i uhadavanje	Priprema stroja i uhadavanje - Br. programa: 153_003_031
6	202	QS - provjera pocetnog komada	QS - provjera pocetnog komada Dok. br.: 50200_PP 153-003-031-01 - CNC - obrada glodanjem - Br. nacrt: 000000-1864-550/01 Br. programa: 153_003_031 - Graviranje oznake prema nacrtu.
7	103	CNC - obrada glodanjem	Font Fruttiger Visina: 3.0mm - Ispuni ispitni protokol po dokumentu br.: 50200_PP 153-003-031-01 - Uklanjanje alata i naprava sa stroja, ciscenje i povrat u alatnicu. DA * NE - (u slicaju nastavka proizvodnje istih dijelova, alati ostaju u stroju)
8	203	QS - zavsna kontrola	QS - zavsna kontrola Dok. br.: 50200_PP 153-003-031-02

Predložak za izradu,
provjeru i odobrenje plana rada

Stranica: 2 of 2

9	401	Ciscenje	Ciscenje - Dok.br.: 40400_AA008 Dijelove loviti sa rukavicama za jednokratnu upotrebu.
10	904	Pakiranje	Pakiranje - Dijelove loviti sa rukavicama za jednokratnu upotrebu.
11	903	Skladištenje u skladiste gotovih proizvoda	Skladištenje u skladiste gotovih proizvoda - Kod unosa u GPPS, broj radnog naloga koristiti kao broj sarze.

Izrađeno*: _____

Odobrenje*: _____

Odobrenje kupca:** _____

Podaci preuzeti u GPPS*: _____

* (Datum / kratica / popis)
 ** prema potrebi

Za informaciju
zur Information

Slika 43. Plan rada

Uz radni nalog ide uvijek dokument nadzor proizvodnje (slika 44.)

Nadzor proizvodnje						Stranica: 1 / 1
Dokument br.: 40100_FM001 rev.01						
Izradio: _____ / pmi		Odobrio: _____ / dvz				

Br. radnog naloga: _____ Postupak: glodanje tokarenje

Šifra artikla: _____

Kratica	Datum	Vrijeme izrade	Dobri dijelovi	Škartni dijelovi	Ukupni zbroj dobrih dijelova	Izmjena alata:																			
						* Oznake: 1 =lom alata / 2 =vrijeme zastoja / 3 = istrošenost																			
						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*				
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*		
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*
Napomena:						T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*	T	*

Slika 44. Nadzor proizvodnje

Nadzor proizvodnje ispunjava djelatnik na način da upisuje datum i vrijeme izrade, dobrih i loših dijelova, te ostalih napomena npr. loma alata, vrijeme zastoja itd.

Uz radni nalog dolazi i dva ispitna protokola (slika 45.) koje koristimo u kontroli kvalitete.

Za informaciju
zur information

Osiguranje kvalitete – ispitni protokol								ZRINSKI TEHNOLOGIJA d.o.o.	
Dokument br.: 50200_PP 153-003-031-01 rev. 02									
Izradio: [redacted] / dho					Odobrio: [redacted] / dvr				
Kontrola proizvodnje / glodanje									
Br. radnog naloga: 2013204185 work order #								Odobrenje / approval Datum / kratica:	
Stüze NX 153-003-031 000000-1864-550/01 rev.06									
Ispitni kriterij: insp. criterion	M8 x 1,25 6H	Ø 4 F7	40 ±0,3	105 ±0,3	13 ±0,2	Ø 6,9 ^{+0,1}	Mjerni uređaj Vidi kontrolni plan 50200_PA 153-003-031	**Vizualna kontrola	
Ispitno sredstvo: insp. equipment	Granični kont.navojni trn	Gran.kont. trn	Pomično mjerilo	Pomično mjerilo	Pomično mjerilo	Kontrolni zatik	Zeiss	Visual check	
Isp. frekvencija: insp. frequency	2	2	2	2	2	2	2	*1	
Kontrolu proveo: inspection carried out									
Datum / kratica									
Br. ispitnog komada									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									
12.									
13.									
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									

Napomena: *100% vizualna kontrola, svaki 2. ispitni komad dokumentirati.

Osiguranje kvalitete – ispitni protokol				ZRINSKI TEHNOLOGIJA d.o.o.	
Dokument br.: 50200_PP 153-003-031-02 rev. 01					
Izradio: [redacted] / dho			Odobrio: [redacted] / dvr		
Ispitni protokol završna kontrola / Inspection protocol final inspection					
Br. radnog naloga: 2013204185 work order #				Stüze NX 153-003-031 000000-1864-550/01 rev.06	
Ispitni kriterij / planirano inspection criterion	Ispitno sredstvo insp. equipment	Ispitna frekvencija insp. frequency	Rezultat Result		
Označavanje prema nacrtu	vizualno	AQL-Z 0.1			
Vizualna kontrola površine	vizualno	1			
Vizualna kontrola faza	vizualno	1			
Datum / Date:					
Potpis / Signature:					

Nakon pozitivnog rezultata potrebno je odobriti Lot / seriju ili odbaciti uz obrazloženje.
When the lot meets specifications, it has to be approved or rejected with the description of the reason.

Lot / serija odobrena / Lot approved: Da / Yes
 Ne! / No Razlog / Reason: _____

Datum / Date: _____
Potpis / Signature: _____

Za informaciju
zur information

Slika 45. Ispitni protokol 01 i 02

7.3. Odabir materijala i priprema stroja za rad

Sljedeći korak je da radni nalog dolazi do skladišta i odabire se odgovarajući materijal.

Materijal se stavlja na kolica i odlazi na određenu CNC-glodalicu (slika 46.) koja je unaprijed bila planirana za obradu pozicije.



Slika 46. CNC glodalica

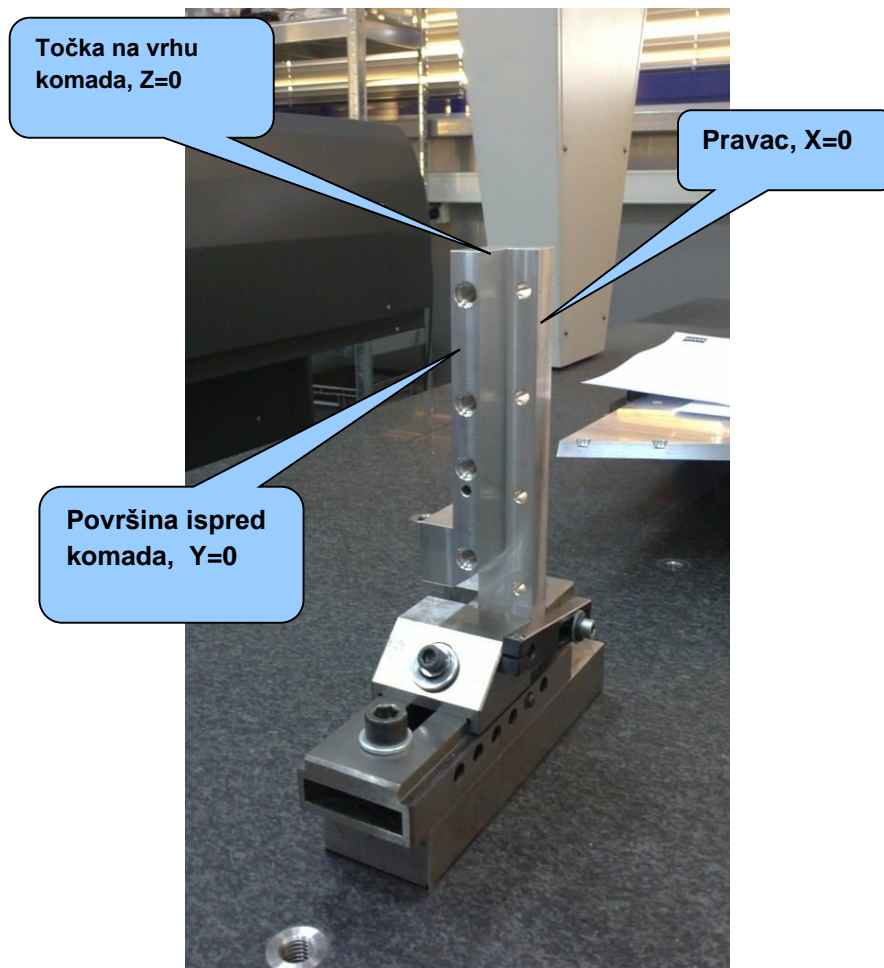
Tu započinje izrada komada. Prije početka izrade stavljaju se potrebni alati u mašinu, stezne naprave, programeri unašaju potreban program za izradu i uhodavatelj počinje s izradom prvoga komada. Kada je prvi komad gotov, donosi se u kontrolu kvalitete proizvodnje da se izmjere sve mjere koje su zadane na nacrtu i odrede potrebne korekcije za izradu ispravnog komada.

7.4. Kontrola kvalitete

Prvi gotova pozicija (slika 47.) provjera se u odjelu za kontrolu kvalitete. Djelatnik u kontroli kvalitete poziciju provjerava prvo da li je spremna za postavljanje na Zeiss troosnu mjerilicu, a kasnije se pomičnim mjerilima, kontrolnim trnovima, te vizualnom provjerom provjeravaju ostale mjere koje ne mjeri mjerilica. Program za mjerilicu i slike stezanja komada na mjerilicu vadi se iz DMS-a. Program se poziva u Calypso sustav i svaka pozicija ima svoju šifru koja je ista kao broj artikla u nalogu.

Provjerava se revizija naloga da se ne dogodi da je nešto bilo mijenjano u međuvremenu na poziciji. Nakon toga program je spreman.

Slijedeći korak je postavljanje pozicije na mjerilicu, koju se radi prema dokumentaciji.



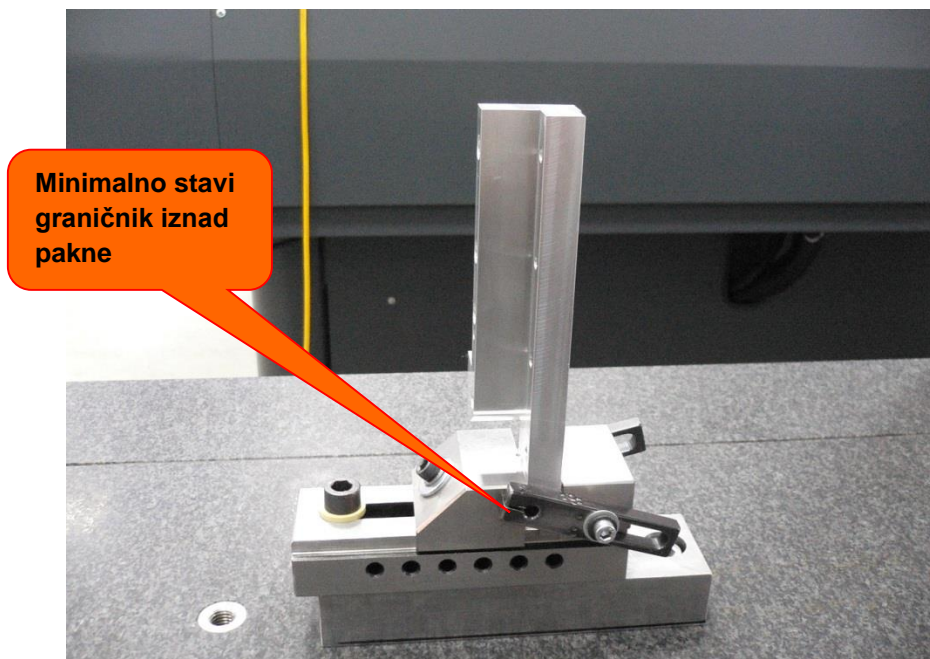
Slika 47. Postavljanje pozicije i položaja nultočaka

Kod postavljanja pozicije treba pripaziti na dvije stvari.

Kao prvo moramo provjeriti da li odgovarajući taster mjeri poziciju (slika 48.). Drugo mora pripaziti da graničnik (slika 49.) ne bude postavljeni previsoko iz razloga da taster može izmjeriti donju točku na x osi tj. donju točku pravca.



Slika 48. Taster



Slika 49. Napomena za graničnik kod postavljanja pozicije

Vrijedi za svako novo mjerenje: taster mora biti umjeren te djelatnik uzima nultočke (slika 47.) na poziciji, znači da ga mjerilica sama poravna u idealnu poziciju. Kad je postavio poziciju, pokreće program.

Izmjereni podaci mjereni Zeiss Accurom (slika 50.) prikazuju da su mjerene vrijednosti izašle van tolerancija. Protokol uvelike pomaže pri rješavanju korekcija, jer se djelatniku na stroju lakše objasni što treba korigirati da bi dobio ispravan proizvod.

Name	ID	Actual	Nominal	pos Tol	neg Tol	Diff	<- -->
DIN Position_Kreis1	DIN Po2d	0.1132	0.0000	0.1000		0.1132	0.0132
	Z	-14.9747	-15.0000			0.0253	
	X	-5.9494	-6.0000			0.0506	
DIN Position_Kreis2	DIN Po2d	0.1153	0.0000	0.1000		0.1153	0.0153
	Z	-54.9740	-55.0000			0.0260	
	X	-5.9485	-6.0000			0.0515	
DIN Position_Kreis3	DIN Po2d	0.0902	0.0000	0.1000		0.0902	----
	Z	-94.9773	-95.0000			0.0227	
	X	-5.9610	-6.0000			0.0390	
DIN Position_Kreis4	DIN Po2d	0.1143	0.0000	0.1000		0.1143	0.0143
	Z	-134.9628	-135.0000			0.0372	
	X	-5.9566	-6.0000			0.0434	
DIN Position_Kreis5	DIN Po2d	0.0975	0.0000	0.1000		0.0975	----
	Z	-116.9683	-117.0000			0.0317	
	X	-18.9630	-19.0000			0.0370	
DIN Position_Kreis6	DIN Po2d	0.0946	0.0000	0.1000		0.0946	----
	Z	-79.9678	-80.0000			0.0322	
	X	-18.9653	-19.0000			0.0347	
DIN Position_Kreis7	DIN Po2d	0.1095	0.0000	0.1000		0.1095	0.0095
	Z	-54.9721	-55.0000			0.0279	
	X	-18.9529	-19.0000			0.0471	
DIN Position_Kreis8	DIN Po2d	0.1129	0.0000	0.1000		0.1129	0.0129
	Z	-14.9679	-15.0000			0.0321	
	X	-18.9536	-19.0000			0.0464	
Mass 35 +- 0.025	Y	34.9270	35.0000	0.0250	-0.0250	-0.0730	-0.0480
DIN Parallelität 0,03 B	DIN Par	0.0967	0.0000	0.0300		0.0967	-
4_ F7	D	4.0145	4.0000	0.0220	0.0100	0.0145	-
DIN Position_4 F7	DIN Po2d	0.0748	0.0000	0.1000		0.0748	----
	Z	-88.9794	-89.0000			0.0206	
	X	-18.9688	-19.0000			0.0312	

1

Slika 50. Mjerni protokol CNC mjerilice Zeiss Accura

Nakon analize protokola treba odraditi korekciju pozicije, što je i za očekivati pošto se radi o prvoj poziciji. Korekcija se odrađuje na glodalici, gdje uhodavatelj treba pripaziti

kako i što korigirati jer se jedna operacija veže na drugu. Pokreće izradu nove pozicije i nakon završetka ponovno dolazi u kontrolu te se proces ponavlja. Ponekad se desi da i nakon korekcije pozicije mjerenja izlaze van tolerancija, ali u ovom slučaju rezultati ne izlaze van tolerancija (slika 51.).

ZEISS		ZRINSKI TEHNOLOGIJA d.o.o. MEDICAL INDUSTRY		Temp. Werkst. °C	
WName 153-003-031-01_rv1_50201		Uhrzeit 15:31:04		Accura_HR	
Auftrag 2013204185		Datum 15 Oktober 2013		Teilnummer inkremental 1	
Zeichnungsnummer 000000-1864-550_Rev.06					

Name	ID	Actual	Nominal	pos Tol	neg Tol	Diff	<- -->
DIN Position_Kreis1	DIN Po2d	0.0235	0.0000	0.1000		0.0235	-
	Z	-14.9951	-15.0000			0.0049	
	X	-6.0107	-6.0000			-0.0107	
DIN Position_Kreis2	DIN Po2d	0.0252	0.0000	0.1000		0.0252	--
	Z	-55.0036	-55.0000			-0.0036	
	X	-6.0120	-6.0000			-0.0120	
DIN Position_Kreis3	DIN Po2d	0.0390	0.0000	0.1000		0.0390	--
	Z	-95.0085	-95.0000			-0.0085	
	X	-6.0175	-6.0000			-0.0175	
DIN Position_Kreis4	DIN Po2d	0.0589	0.0000	0.1000		0.0589	---
	Z	-135.0227	-135.0000			-0.0227	
	X	-6.0187	-6.0000			-0.0187	
DIN Position_Kreis5	DIN Po2d	0.0552	0.0000	0.1000		0.0552	---
	Z	-117.0137	-117.0000			-0.0137	
	X	-19.0239	-19.0000			-0.0239	
DIN Position_Kreis6	DIN Po2d	0.0379	0.0000	0.1000		0.0379	--
	Z	-80.0016	-80.0000			-0.0016	
	X	-19.0189	-19.0000			-0.0189	
DIN Position_Kreis7	DIN Po2d	0.0402	0.0000	0.1000		0.0402	--
	Z	-55.0024	-55.0000			-0.0024	
	X	-19.0199	-19.0000			-0.0199	
DIN Position_Kreis8	DIN Po2d	0.0364	0.0000	0.1000		0.0364	--
	Z	-15.0051	-15.0000			-0.0051	
	X	-19.0175	-19.0000			-0.0175	
Mass 35 +- 0.025	Y	34.9991	35.0000	0.0250	-0.0250	-0.0009	-
DIN Parallelität 0,03 B	DIN Par	0.0078	0.0000	0.0300		0.0078	--
4_F7	D	4.0152	4.0000	0.0220	0.0100	0.0152	-
DIN Position_4_F7	DIN Po2d	0.0520	0.0000	0.1000		0.0520	---
	Z	-89.0140	-89.0000			-0.0140	
	X	-19.0219	-19.0000			-0.0219	

Slika 51. Mjerni protokol mjerilice Zeiss Accura nakon korekcije

Osiguranje kvalitete – ispitni protokol								ZRINSKI TEHNOLOGIJA d.o.o. <small>MEDICAL INDUSTRIAL</small>	
Dokument br.: 50200_PP 153-002-067-01 rev. 02								Stranica: 1 / 1	
Izradio: 23-05-2013 / dho								Odobrio: 23-05-2013 / dvr	
Kontrola proizvodnje / glodanje						FFr-DL-Bracket-Level 0 NX			
Carl Zeiss						153-002-067			
Br. radnog naloga: 2018202754 work order #				Odobrenje / approval Datum / kratica:		000000-1916-579/01 rev.04			
Ispitni kriterij: insp. criterion	Mix0,75 6H	Ø5,5 ^{±0,08}	15 ±0,2	18 ±0,2	23 ^{±0,3}	150 ±0,5	Mjerni uređaj ⊕ 0,3	*Vizualna kontrola	Kontrolu proveo: inspection carried out Datum / kratica
Ispitno sredstvo: insp. equipment	Navojni kont. gran.trn	Kontrolni zatik	Pomično mjerilo	Pomično mjerilo	Pomično mjerilo	Pomično mjerilo	Zeiss	Visual check	
Isp. frekvencija: insp. frequency	4	4	4	4	4	4	8	*1	
Br. ispitnog komada									
1.									
2.									
3.									
4.									
5.									
6.									
7.									
8.									
9.									
10.									
11.									
12.									
13.									
14.									
15.									
16.									
17.									
18.									
19.									
20.									

Napomena: *100% vizualna kontrola, svaki 4. ispitni komad dokumentirati.

Slika 52. Ispitni protokol 01

Kod osiguranja kvalitete ispunjavaju se ispitni protokoli (slika 52.)

Ispitni protokol nalaže da se mjere oni dijelovi pozicije na kojima se najčešće dešava pogreška ili one mjere za koje smatramo da bi tijekom proizvodnje mogle postati problematične. O tome ovisi i frekvencija provjere određenih mjera. Neke mjere moramo mjeriti češće (provrte rupa, navojne rupe), te mjere koje su strože tolerirane prema nacrtu. U prvu kolonu upisuje se kontrolor kvalitete prilikom odobrenja prvog komada, te priprema potrebna mjerila koja će koristiti djelatnik prilikom proizvodnog procesa. Napomenuo bih da još prije odobrenja prvoga komada kontrolor kvalitete mora izmjeriti sve mjere koje se nalaze na nacrtu. Ispitni protokol djelatnik na stroju mora voditi uredno i čitljivo, jer u većini slučajeva kupac traži da mu dostavimo pisanu dokumentaciju sa stroja. Na slici 53. vidimo jedan primjer kompleta pripremljenog za djelatnika na stroju.



Slika 53. Komplet mjerila

Kod zadnjeg komada serijske proizvodnje obavezno se provjeravaju sve mjere prema ispitnom protokolu i upisuju u njega. Po završetku proizvodnje djelatnik sa stroja vraća zadužena mjerna sredstva u kontrolu kvalitete, te gotove proizvode prosljeđuje dalje prema koraku u radnom nalogu. To može biti završna kontrola ili ako proizvod mora ići na čišćenje ili na lasersko graviranje...itd.

7.5. Završna kontrola

Kada proizvod po koraku radnog naloga dođe do završne kontrole tu se odvija pregled cjelokupne serije. Po protokolu završne kontrole (slika 54.) pregledavamo pozicije s naglaskom na vizualnu kontrolu koja je kod svih proizvoda definirana 100% kontrolnom. Neke mjere provjeravamo slučajnim odabirom komada (AQL tablicom), jedino ako kupac izričito ne traži da se određene mjere provjere i dokumentiraju 100%. U slučaju da nađemo jedan komad koji ne odgovara zadanim tolerancijama, pregledavamo sve komade i mjerimo sve mjere. Pošto smo se uvjerali da su proizvodi ispravni i dokumentacija sređena, možemo proizvode poslati na čišćenje te na pakiranje.

Ispitni kriterij / planirano <i>Inspection criterion</i>		Ispitna frekvencija <i>Inspection frequency</i>	Ispitno sredstvo <i>Inspection equipment</i>
Lasersko označavanje prema nacrtu	AQL-Z 0,1	vizualno	
Vizualna kontrola površine	100%	vizualno	
Vizualna kontrola faza	100%	vizualno	
Datum / Date:			
Potpis / Signature:			

Nakon pozitivnog rezultata potrebno je odobriti Lot / seriju ili odbaciti uz obrazloženje.
When the lot meets specifications, it has to be approved or rejected with the description of the reason.

Lot / serija odobrena / Lot approved: Da / Yes Ne/ No Razlog / Reason: _____

Datum / Date: _____
 Potpis / Signature: _____

Slika 54. Protokol završne kontrole

7.6. Čišćenje

Kad se odradi završna kontrola, pozicija dolazi u odjel za čišćenje. Djelatnici moraju koristiti jednokratne rukavice. Pozicija se stavi u inoks košuljicu koja je presvučena teflonom, te se uranja u ultrazvučnu kupku (slika 55.). Ultrazvučna kupka sadrži 30L destilirane vode i 700 mL Tickopura R30 te se „kuha“ na 60 °C. Tickopura R30 je univerzalni čistač koji se koristi za čišćenje metala, stakla, keramike gume i sl. Visoko koncentriran sa zaštitom od korozije, neutralizira površine tj, skida sve vrste nečistoća a bitno svojstvo je da odmašćuje.



Slika 55. Postavljanje komada za ultrazvučnu kupku

Djelatnik ispire poziciju vodom iz slavine te ga suši ili ispuše. Efikasnije je da se ispuše pištoljom na komprimirani zrak (slika 56.) jer kod prebrzog sušenja mogu ostati mrlje od vode.



Slika 56. Pištolj na komprimirani zrak

7.7. Pakiranje

Nakon čišćenja proizvod se pakira u PE vrećice (slika 58). To su plastične vrećice koje se režu na željenu dužinu, a služe za zaštitu od prljavština.



Slika 57. Zapakirani proizvod



Slika 58. PE vrećice

Pakira se svaki proizvod posebno (slika 57.) Kod pakiranja djelatnik obavezno nosi jednokratne rukavice iz razloga da se proizvod ne zamasti prstima.

7.8. Skladištenje u skladište gotovih proizvoda

Kad je proizvod zapakiran djelatnik proizvode pakira u za to predviđenu ambalažu, te ih skladišti na određeno mjesto. U softverski program Gewatec upisuje broj dostavljenih komada. Ručno upisuje broj komada u radni nalog i šalje ga natrag u pripremu rada. Tamo se kontrolira da li su sve radne operacije uredno unešene u radni nalog, te evidentirane radne operacije potpisom djelatnika. Nakon provjere nalog se zatvara u Gewatecu. Nakon zatvaranja radnog naloga obavještava se odjel upravljanja narudžbama da je proizvod spreman za isporuku.

8. Zaključak

U završnom radu prikazan je jedan primjer umjeravanja mjerne ure i proizvodni proces jednoga proizvoda u Zrinski AG d.o.o.

U okviru ovog rada razrađena je i realizirana metoda provođenja umjeravanja mjernih sredstava i instrumenata unutar laboratorija jedne tvrtke u vlastite svrhe, a s ciljem što kvalitetnijeg i bržeg umjeravanja iz razloga da ne bi dolazilo do zastoja proizvodnje ukoliko bi se ta ista mjerna oprema umjeravala kod vanjskog umjernog laboratorija.

Prilikom proučavanja kontrole kvalitete pozicije vidljivo je da se tolerancije ispituju raznim mjernim uređajima te trokoordinatnom mjerilicom Zeiss Accura. Mjerni uređaji i trokoordinatna mjerilica neizostavne su karike u kontroli kvalitete, koje omogućuju bolju vizualizaciju nastalih problema prilikom ispitivanja preko mjernih vrijednosti (npr. brojevi, dijagrami, tablice itd.), te time upozoravaju koji problemi su najistaknutiji i gdje treba posvetiti više pažnje. Prednost korištenja trokoordinatnih mjerilica nije samo visoka preciznost, već i brzina ispitivanja. Upravo zbog toga vrijeme ispitivanja je kraće, što pridonosi bržem odobrenju serijske proizvodnje te većoj frekvenciji ispitivanja tokom serijske proizvodnje. Rezultat toga je uveliko smanjen postotak problema tj. loših pozicija u završnoj kontroli.

U Varaždinu: _____

Potpis: _____

9. Popis slika

Slika 1. Digitalno pomično mjerilo	5
Slika 2. Mikrometar	7
Slika 3. Digitalni mikrometar	7
Slika 4. Mjerna ura.....	8
Slika 5. Komparator	8
Slika 6. Granični kontrolni trnovi	9
Slika 7. Granični kontrolni trn.....	9
Slika 8. Granični kontrolni navoj	9
Slika 9. Kontrolni trnovi	10
Slika 10. Kontrolni trn	10
Slika 11. Navojna kontrolna matica	10
Slika 12. Mjerni mikroskop.....	11
Slika 13. Mjerni projektor	12
Slika 14. Kontrola vijaka pomoću folije	12
Slika 15. Zeiss Accura	13
Slika 16. Granitni stol i granitne vodilice	14
Slika 17. Zračni ležajevi	15
Slika 18. Princip rada zračnih ležajeva	15
Slika 19. Mjerna glava	16
Slika 20. Enkoder	17
Slika 21. Princip rada ekondera.....	17
Slika 22. Ticala i taster.....	18
Slika 23. Kontrolna ploča	18
Slika 24. Setovi za kalibraciju	25
Slika 25. Set za kalibraciju mikrometra BN 0001	26
Slika 26. Set za kalibraciju mikrometra BN 0001	26
Slika 27. Ste za kalibraciju mjernih ura BN 0002	27
Slika 28. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0002	28
Slika 29. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0004	29
Slika 30. Set za kalibraciju mjernih ura BN 0004	29
Slika 31. Set za kalibraciju pomičnih mjerila 0 - 150 mm	30
Slika 32. Set za kalibraciju pomičnih mjerila 0 - 300 mm BN 0005	31
Slika 33. Ringovi za umjeravanje.....	31
Slika 34. Registriranje u softverski program	32
Slika 35. Mjerna ura.....	33
Slika 36. Upisivanje vrijednosti u Gewatec	34
Slika 37. Postupak umjeravanja	34
Slika 38. Postupak umjeravanja	35
Slika 39. Postupak umjeravanja	35
Slika 40. Dijagram umjerenog sredstva	36
Slika 41. Potvrda narudžbe.....	38

Slika 42. DMS program.....	39
Slika 43. Plan rada	40
Slika 44. Nadzor proizvodnje	41
Slika 45. Ispitni protokol 01 i 02	42
Slika 46. CNC glodalica	43
Slika 47. Postavljanje pozicije i položaja nultočaka	44
Slika 48. Taster.....	45
Slika 49. Napomena za graničnik kod postavljanja pozicije	45
Slika 50. Mjerni protokol CNC mjerilice Zeiss Accura	46
Slika 51. Mjerni protokol mjerilice Zeiss Accura nakon korekcije	47
Slika 52. Ispitni protokol 01	48
Slika 53. Komplet mjerila	49
Slika 54. Protokol završne kontrole	50
Slika 55. Postavljanje komada za ultrazvučnu kupku	51
Slika 56. Pištolj na komprimirani zrak	51
Slika 57. Zapakirni proizvod.....	52
Slika 58. PE vrećice.....	52

10. Literatura

1. Metrologija ukratko, DZM, Zagreb, 1999.
2. Petković D.: Odabrana poglavlja iz upravljanja kvalitetom, Zenica, 2010.
3. Pismena dokumentacija tvrtke Zrinski AG d.o.o
4. DIN 862 - Specifikacije i tehnički zahtjevi pomičnih mjerila za proizvođače
5. VDI/VDE/DGO 2618 / 9.1 - Upute za umjeravanje pomičnih mjerila
6. DIN 863-1 - Specifikacije i tehnički zahtjevi mikrometara za proizvođače
7. DIN 863-2 - Upute, zahtjevi i umjeravanje mikrometara
8. VDI/VDE/DGO 2618 / 10.1 - Upute za umjeravanje mikrometara
9. DIN 878– Specifikacije i tehnički zahtjevi mjernih ura
10. VDI/VDE/DGO 2618 / 11.1 - Upute za umjeravanje mjerne ure