

Факултет инжењерских наука Универзитета у Крагујевцу



Назив студијског програма: Машинско инжењерство

Ниво студија: Основне академске студије

Модул: Машинске конструкције и механизација

Предмет: Механички преносници

Број индекса: 123/2014

Никола С. Орозовић

**Одређивање димензија игличастог лежаја карданског
вратила мерним средствима**

Завршни рад

Комисија за преглед и одбрану:

1. Др Блажа Стојановић, доцент -ментор

2. _____

3. _____

Датум одбране: _____

Оцена: _____

У оквиру овог завршног рада кандидат треба да:

- *Да основне информације о метрологији,*
- *Да опис најчешће коришћених мерних средстава у метрологији,*
- *Објасни поступак најчешће коришћених мерних средстава у метрологији,*
- *Објасни поступак мерења помичним кљунастим мерилом и*
- *Изврши идентификацију врсте и типа игличастог лежаја карданског вратила.*

Препоручена литература:

- *Стандарди: DIN 862, DIN 863,*
- *Каталози мерних средстава и опреме*
- *Каталози произвођача игличастих лежајева*

Крагујевац, 2017.

Доц. др Блажа Стојановић

Изјављујем да сам овај завршни рад урадио самостално, служећи се стеченим знањем и искуством као и наведеном литературом.

Орозовић Никола 123/2014

ЗАХВАЛНИЦА

Захваљујем се свом ментору доц.др Блажи Стојановићу и директору БСС лаб д.о.о. др Браниславу Недељковићу, на пруженој литаратури и многим корисним саветима који су допринели изради овог завршног рада.

Желео бих се такође посебно захвалити колеги Александру Пантовићу на великој помоћи и многим корисним саветима.

И наравно мојој породици, баки и деки који су били ту све ове године и несебично ме пратили и били велика подршка.

САДРЖАЈ

Захвалница
Попис слика
Резиме

1. Увод.....	1
2. Појам квалитета.....	2
2.1 Развој квалитета.....	2
3. Основе мерења и контроле.....	4
3.1 Метрологија.....	4
3.1.1 Подела метрологије.....	4
3.2 Мерне технике.....	5
3.3 Мерна и испитна средства.....	7
3.4 Мерна несигурност.....	8
3.4 Грешке при мерењу.....	9
4. Мерна средства.....	10
4.1 Аналогно помично кљунасто мерило.....	10
4.1.2 Дигитално помично кљунасто мерило.....	11
4.1.3 Висиномер.....	12
4.1.4 Дубиномер.....	13
4.2 Микрометар.....	14
4.2.1 Микрометар за спољашња мерења.....	15
4.2.2 Микрометар за дубине и висине.....	16
4.2.3 Микрометар за унутрашња мерења.....	17
4.3 Мерни компаратор.....	18
4.4 Остали уређаји.....	19
4.4.1 Контролници за контролу спољашњих димензија.....	19
4.4.2 Контролници за контролу унутрашњих димензија.....	19
4.4.3 Еталони.....	20
4.4.4 Мерни листићи.....	20
5. Организација унутар лабораторије за мерење и контролу.....	21
5.1 Набавка мерне и испитне опреме.....	21
5.2 Означавање и евиденција опреме.....	21
5.3 Руковање мерном опремом.....	22
5.4 Одржавање опреме.....	22
5.5 Осигуравање следивости.....	23
6. Поступак мерења помичним кљунастим мерилом.....	24
7. Закључак.....	31
8. Литература.....	32

Попис слика

Слика 1. Фазе развоја квалитета.....	3
Слика 2. Испитивање, мерење и котрола	6
Слика 3. Основна подела технике мерења	7
Слика 4. Грешке при мерењу.....	9
Слика 5. Шематски приказ помичног мерила вредности	10
Слика 6. Систем за читавање вредности	11
Слика 7. Незадовољавање Аббе-овог принципа.....	11
Слика 8. Шематски приказ дигиталног помичног кљунастог мерила	12
Слика 9. Висиномер.....	13
Слика 10. Висиномер са дигиталном скалом.....	13
Слика 11. Дубиномер.....	14
Слика 12. Шематски приказ аналогном миркометра.....	15
Слика 13. Шематски приказ микрометра за спољашње мерење.....	16
Слика 14. Шематски приказ микрометра за мерење	17
Слика 15. Шематски приказ микрометра за унутрашња мерења.....	17
Слика 16. Врсте компаратора.....	18
Слика 17. Мерење компаратором.....	18
Слика 18. Контролник.....	19
Слика 19. Контролник за унутрашњу меру.....	19
Слика 20. Гарнитура са 87 плочица.....	20
Слика 21. Мерни листићи.....	20
Слика 22. Елементи следивости.....	23
Слика 23.. Помично кљунасто мерило.....	24
Слика 24. Скала кљунастог помичног мерила.....	24
Слика 25. Прецизност помичног кљунастог мерила	25
Слика 26. Начин држања помичног кљунастог мерила.....	25
Слика 27. Краци помичног кљунастог мерила.....	26
Слика 28. Мерење спољашњих величина код помичног кљунастог мерила	26
Слика 29. Мерење унутрашњих величина код помичног кљунастог мерила	27
Слика 30. Мерење дубине код помичног кљунастог мерила.....	27
Слика 31. Кочница код помичног кљунастог мерила	28
Слика 32. Нулирање код помичног кљунастог мерила.....	28
Слика 33. Читавање вредности код помичног кљунастог мерила.....	29
Слика 34. Чување помичног кљунастог мерила.....	30
Слика 35. Игличасти лежај из каталога.....	30

Резиме:

Да би Лабораторија за мерење и контролу наведене фирме добила одговарајући сертификат за еталонирање властите опреме, мора своје поступке да прилагоди захтевима норме те за сваки од њих поседовати одговарајући унифицирани протокол по којем се појединачно еталонирање спроводи. Због тога се у овом раду прво осврће на саму анализу производње, захтевима произвођача према контроли и мерењу појединих позиција, те се онда према томе формира попис уређаја и средстава за које је потребно изградити радне упуте за калибрацију.

Надаље се у раду разрађују и описују мерна средства, њихове карактеристике, могућности и подручја мерења те могуће грешке мерења. Из тих података те према горе наведеним стандардима формирана су радна упутства за еталонирање појединих мерних уређаја а све у сврху добијања сертификата. ИСО 9001:2008.

У оквиру овог завршног рада приказан је поступак мерења помичним кљунастим мерилом. Применом мерног средства извршено је одређивање потребних димензија игличастог лежаја. На основу одређених величина извршен је избор и препорука одговарајућег игличастог лежаја карданског вратила.

Кључне речи: Метрологија, мерна средства, мерење, помично кљунасто мерило, игличасти лежај.

Abstract:

In order for the Laboratory for Measurement and Control to obtain the appropriate certificate for the calibration of its own equipment, its procedures must be adapted to the requirements of the standard, and each of them must have the appropriate unified protocol according to which the individual calibration is carried out. Therefore, this paper first looks at the analysis of production itself, the requirements of the manufacturer towards the control and measurement of individual positions, and then a list of devices and assets for which it is necessary to create work instructions for the calibration.

Furthermore, the measuring tools, their characteristics, possibilities and areas of measurement are worked out and described, as well as possible measurement errors. Out of this data according to the above mentioned standards, working instructions for the calibration of individual measuring devices is formed, all for the purpose of obtaining the certificates. ISO 9001:2008.

Within this final paper, the measurement procedure with a moving beam gauge is shown. Using the measuring tool, we determined the required dimensions of the needle bearing. On the basis of certain sizes, the choice and recommendation of the appropriate needle bearing of the universal shaft was made.

Key words: Metrology, measuring devices, measuring, moving beam gauge, needle bearing.

Увод

Мерење и контрола су пратећи и нераздвојиви део производње. Са развојем науке и технике развијали су се и унапређивали инструменти и уређаји за мерење, мерне методе и мерни системи. Методе и средства мерења у производњи усаглашени са технологијом, производним системима и производним организационим методама. Свако мерење је повезано са одређивањем.

Свако мерење је повезано са одређивањем бројних вредности физичких величина уз помоћ којих се остварују законитости појава које се испитују. Измерити неку величину, значи утврдити њен бројни однос са неком другом истородном величином, при чему је усвојена мерна јединица.

Да би производња у свакој фирми текла несметано, систем контроле квалитета мора бити добро сложен и организован и ни у једном тренутку се не сме довести у питање његова тачност или сумња у добијени резултат. Да би остварили такав резултат морају бити коришћена одговарајућа мерна средства током саме производње унутар мерне лабораторије. Да би таква средства била меродавна морају се редовно еталонирати те добијени резултати морају бити документовани на одговарајући прописани начин.

У овом раду се даје конкретни пример избора, руковања, односно еталонирање мерне опреме која се користи унутар производног погона за мерења током производње на појединим машинама, а коју спроводе сами оператери, те опреме која се користи унутар лабораторије за мерење и контролу као завршна контрола. Пошто се због обима мерних средстава сва еталонирања врше унутар саме лабораторије, особље задужено за њихово спровођење мора бити стручно и добро упућено у протоколе за еталонирање одређених врста мерних средстава, па су сходно томе израђени и предложени протоколи за сва мерна средства и инструменте.

1. Појам квалитета

Појам квалитета спомиње се у много дисциплина, али увек има једнозначно значење а то је да се повезује са побољшањем производа да би задовољио захтеве купаца без обзира да ли се односило на систем или радње унутар тог процеса,[1]. Квалитет у производњи највише се односи на испуњавања захтева купаца те потпуну функционалност готовог производа уз што мање неусклађених делова. Кроз време начин спровођења квалитета у производњи је прошао неколико фаза и за појам квалитета се вежу многи појмови као осигурање или контрола квалитета, менаџмент квалитета те управљање квалитетом.

Општу дефиницију квалитета још увек је тешко одредити али сигурно је једно, да се након појаве стандарда ИСО 9000:1987 пуно ствари и појмова објединило у корист дефинисања квалитета као једнозначног појма у многим гранама коришћења. Корисно је видети како се појам квалитета мењао кроз све године до доласка стандардизације,[1]. Неке важније дефиниције наведене су у табели 1.

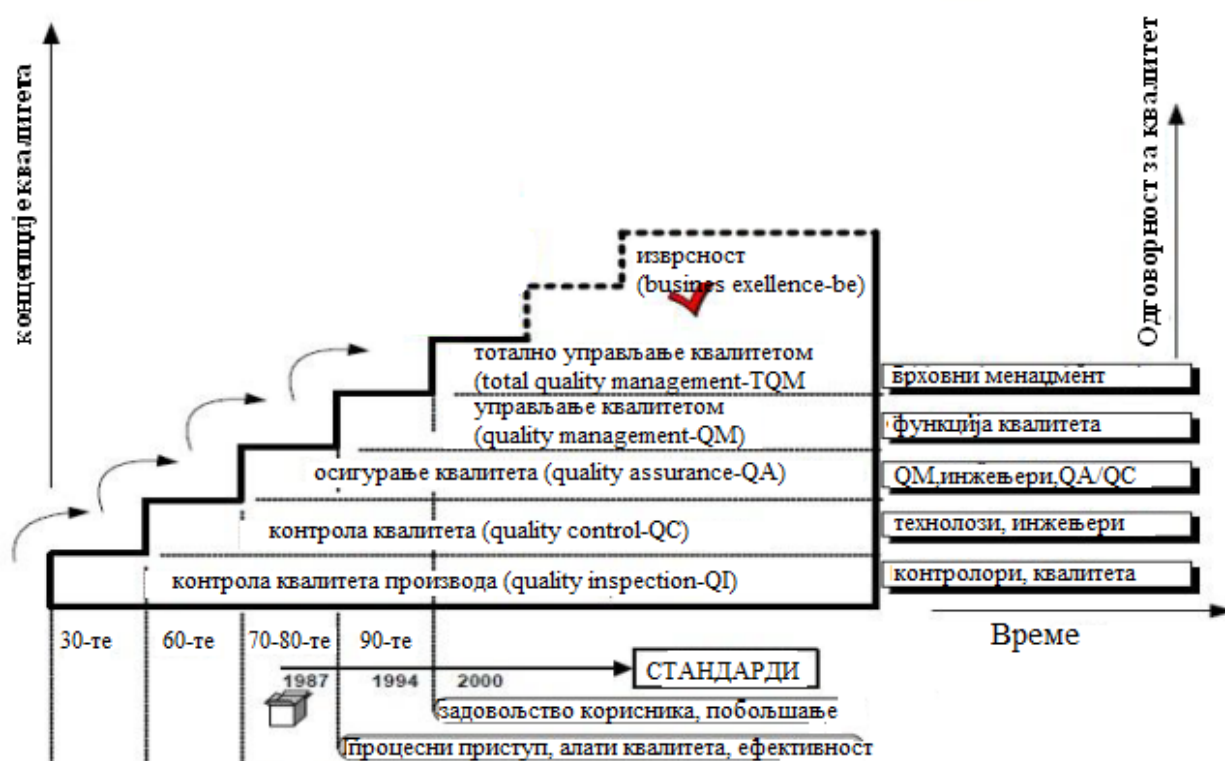
Табела 1. Дефиниције квалитета кроз историју [1]

Примереност за употребу-fitness for use	J. Juran
Решење проблема	E. Deming
Задовољство купца	T. Wayne
Планетарни и друштвени феномен данашњице	T. Conti
Када се врати купац а не производ	M. Tacher
Бесплатан али није поклон	P. Crisby
Посао број један	H. Ford
Степен до ког скуп међусобно зависи	
Карактеристика производа задовољава купца	ISO 9000:2000

2.1 Развој квалитета

У самим почецима спровођења квалитета односило се на контролу квалитета након самог процеса производње те није било могуће контролисати процес. Појавом осигурања квалитета те потпуним управљањем квалитетом појам квалитета је стао на вишу степену с нагласком на могућност управљања процесом квалитета. Током година схватања о квалитету су се битно мењала што је довело до тога да се почне систематски приступати квалитету што је и придонело великом скоку у позитивном смеру. Квалитет је постао функција организације, купца, добављача, власника те запослених радника која се и данас развија у позитивном смеру колико због нових технолошких открића, нових

материјала, нових приступа а понајвише због већег обима знања и захтева тржишта. Ток трансформације схватања квалитета приказан је сликом 1.



Слика 1. Фазе развоја квалитета [1]

Из наведених фаза развоја видљиво је како је појам квалитет израстао из завршне контроле 1920. године која се спроводила помоћу мерних и контролних средстава, те је одвајала лоше од добрих производа. Све до појаве осигурања квалитета процес производње није био укључен у систем спровођења квалитета па се након појаве тог појма квалитета почела спроводити кроз превентивне мере процеса производње те кроз трошкове неусклађених производа. У данашње време квалитет је добио нове захтеве, више и боље од оних претходних што се може и видети из захтева тржишта, а фирме свесне те чињенице преузеле су два напредна модела спровођења квалитета која карактеризују свесност уграђивања квалитета у сам производ, коришћење експертних метода подржаних високим степеном информатизације, велики економски утицај, унапред прописана правила која се односе на производне поступке, процесе, и активности, документација по којој се воде сви процеси, а све у сврху вођења квалитета у само једном смеру, ка што мање неусклађених производа и што мање трошкова производње.

3. Основе мерења и контроле

Појам мерења појављује се као резултат потребе за квантитативним описом природних појава, а директно је резултат опажања и потребе за поређењем са другим појавама тј. величинама. Такво мишљење започело је већ у 17. веку и развија се све до данашњег времена са претпоставком да без могућности квантитативних резултата мерења нема ни развоја на подручју науке, [2].

Мерење је скуп експерименталних поступака који имају за циљ одређивање једне или више величина тј. мерење је процес поређења добијеног резултата који је узет као референтна вредност, јединична мера.

3.1 Метрологија

Мерење као дисциплина [2] развијала се у свим смеровима те је била свеобухватна у свим гранама науке што је резултовало појавом појма метрологије као науке која се бави методама мерења пре свега физичких величина. Њена примарна улога је реализација и одржавање еталона физичких величина према којима се свако мерење може упоредити и постати ваљано, те би се то могло назвати темељ метрологије. Надаље метрологија се као научна дисциплина бави развојем и изградом мерних средстава и уређаја који су неопходни да би се мерни резултат могао приказати квантитативно те као такав бити меродаван за даље поређење. Обрада резултата и анализа измерених вредности нефизички су део метрологије који је једнако важан као и сам резултат, јер измерена вредност вез правилне интерпретације истоветна је криво измереној вредности.

3.1.1 Подела метрологије

Три су гране метрологије тренутно присутне, а подељене су по подручјима на којима делују:

- *Научна метрологија*
- *Индустријска метрологија*
- *Законска метрологија*

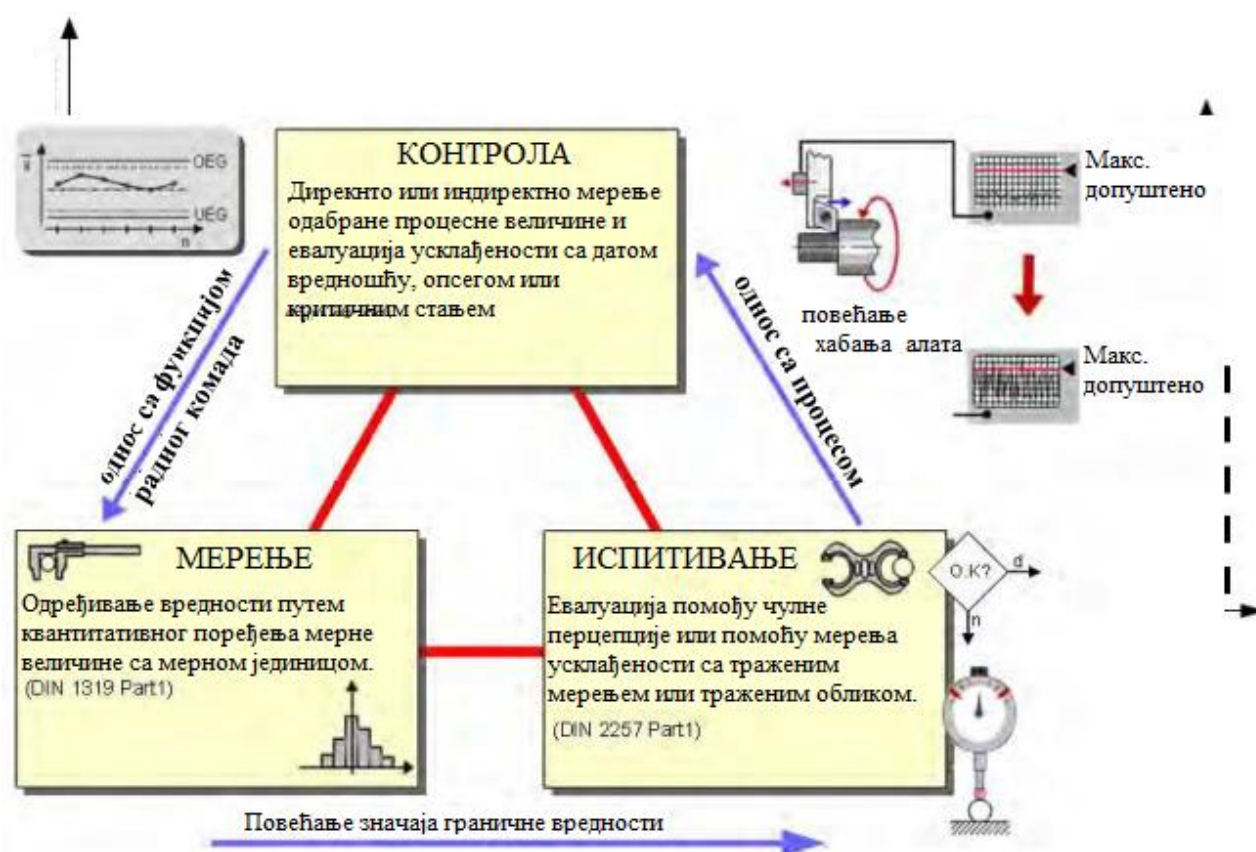
Научна метрологија је заслужена за обједињавање развоја те научно истраживачког рада у једну целину, при чему има за задатак организацију и развој мерних еталона те одржавање еталона највишег нивоа.

Индустријска метрологија има за циљ усмеравање производње да тече у складу са међународним и националним стандардима, а у сврху остваривања квалитетног производа. Паралелно с тим она је заслужна за правилно функционисање и одржавање мерних средстава и уређаја која су неопходна да би појам мерења уопште био присутан у индустрији. Та врста метрологије могла би се поистоветити са стандардизацијом свега што обухвата, од избора мерила па до самог процеса мерења који се изводи унутар неког погона. Управо је индустријска метрологија та дисциплина која мора тежити увођењу стандардизације унутар свог подручја деловања.

Законска метрологија је грана метрологије која се бави мерилима и мерењима када је потребно да се осигура поштена и фер трговина и представља основу за поверење грађанима у коректне резултате мерења у званичним комерцијалним трансакцијама. Мерила за која је обавезна законска контрола, као и захтеви које она морају испунити да би се користила у законској метрологији, прописани су законским прописима.

3.2. Мерне технике

Свака мерна величина исказује одређени приступ мерењу исте, па се сходно томе развило много техника мерења, као и мерила која доприносе што тачнијем и једноставнијем добијању мерне величине. Најчешће коришћени појмови [3] у метрологији су испитивање, мерење и контрола. Наизлед слични појмови који се односе на оцену производа, имају неке разлике које се не би смеле занемарити. На слици 2. приказане су дефиниције појединих дисциплина.

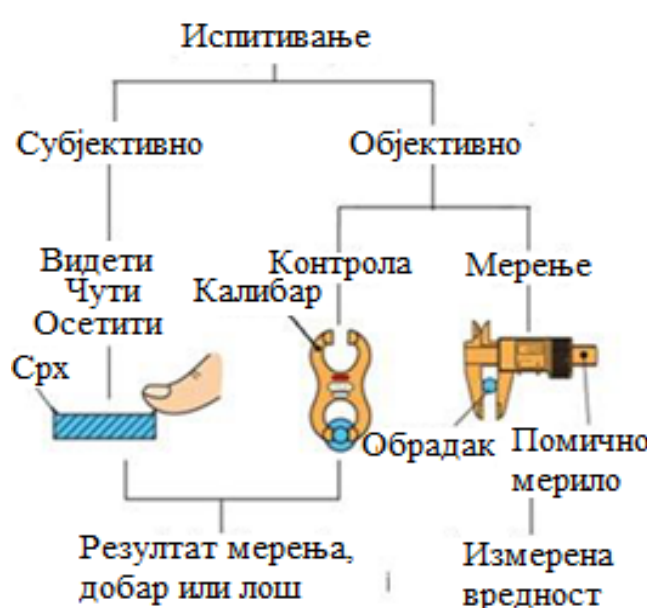


Слика 2. Испитивање, мерење и контрола [3]

Испитивање је процес провере без опреме-експериментално или уз коришћење било које опреме, мерне или контролне. Испитивања се врше највећим делом у димензионалној односно индустријској метрологији. Испитивања можемо поделити на субјективна испитивања и објективне поступке, при чему се објективни поступци вежу уз димензијске величине па се деле на контролу и мерење.

Контрола се сврстава у објективне поступке испитивања. Њеним спровођењем не добијају се бројчане вредности контролисаних величина већ се добија само повратна информација да ли је мерна величина у границама постављених димензија тј. толерисана или није. Спровођењем контроле неке позиције можемо добити три могућа одговора: Мерена позиција задовољава, не задовољава или је за дораду да би задовољила критеријуме. Контрола је релативно брз процес из којег се лако може закључити способност и стабилност производног процеса којим је контролисани комад био произведен.

Основне мерне технике од које су потекле све остале могле би се рашчланити те као на слици 3.



Слика 3. Основна подела технике мерења [3]

Свако мерење можемо поделити на субјективно и објективно мерење величина [3]. Наравно да код објективног мерења добијамо квантитативни резултат мерења који можемо упоредити са нашим референтним, док се код субјективног мерења може само констатовати да ли је нешто лоше или добро.

Тиме што субјективно „мерење„ не може дати бројчани резултат, не значи да је лошије или мање вредно од објективног мерења. Значи субјективно мерење је увек присутно, чак и пре самог објективног мерења јер гледањем, додиром или слухом можемо одмах уочити неправилност која мерену позицију ставља у нескладне производе. Ова субјективна метода увелико је заступљена код производње медицинске технике и импланта, [3].

3.3 Мерна и испитна средства

Да би нека техника имала своју сврху мора за то имати средство с којим ће се неко мерење или контрола реализовати. Сва мерна опрема израђује се са једним циљем, а то је да измерена вредност буде што тачнија нормираној и уз то што мање шанси за грешком. Испитна средства се могу разврстати у три групе:

- Мерни уређаји
- Контролници
- Помоћна средства

Мерне уређаје можемо поделити на чврста и показна мерила (помично мерило, микрометар...), а служе објективном мерењу величина са могућношћу показивања тренутног, релативног или кумулативног резултата мерења. Мерни уређаји биће детаљно обрађени у поглављу 4. где ће бити описане њихове битне карактеристике односно подручја примене.

Котролници су тела са одређеном мером или мером и обликом испитног предмета који служе за испитивање мера код којих није важан износ већ само тачност израде.

У посебну категорију мерних уређаја сврставају се безконтактни мерни уређаји те трокоординатне мерне машине које се највише користе код мерних облика и положаја што у неким случајевима није могуће измерити контактним мерним средствима или котролницима.

3.4 Мерна несигурност

Код сваког мерења најважније је да резултат мерења буде што тачнији и да буде меродаван. Код приказивања резултата мерења физичке величине према [4], обавезно се мора дати индикатор квалитета тог резултата да би он као такав био меродаван и имао неку своју поузданост при исказивању, а таква поузданост се у метрологији назива несигурност. Несигурност резултата мерења се може описати као недостатак знања вредности мерне величине. Метода за анализу и истраживање несигурности мерног резултата треба бити :

- *Свеобухватна*; Применљива на све врсте мерења и за све врсте улазних података који се употребљавају при мерењу, док би стварна величина којом се изражава несигурност требала бити:
- *Унутрашње повезана*
- *Преносива*

Могући извори несигурности у мерењу јесу:

- *Непотпуна дефиниција мерне величине*
- *Нерепрезентативан узорак*
- *Лична пристраност у очитавању резултата аналогних инструмената*
- *Резолуција инструмената или праг покретљивости*
- *Нетачне вредности мерних еталона и референтних тачака*

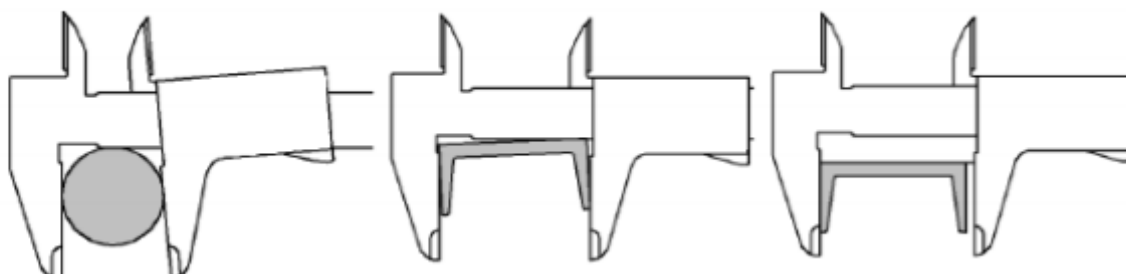
- *Апроксимације и претпоставке укључене у мерну методу и поступак*
- *Неисправност мерног средства*
- *Услови околине*

Несигурност и грешка нису истозначни појмови, па грешку дефинишемо као последицу несавршености које постоје код сваког мерења. Грешке можемо разликовати према начину настанка на случајне и систематске грешке. Случајне грешке настају из непредвидивих или случајних промена утицајних величина и на њих се не може утицати пре настанка, али их је могуће редуковати повећањем фреквенције опажања код мерења. Очекивана вредност код случајне грешке због тога је једнака нули. Системска грешка за разлику од случајне грешке за узрок има неки извор чије је деловање могуће количински исказати те утврдити и према томе га редуковати на начин да се примени фактор корекције. Очекивана вредност грешке код корекције системске грешке једнак је нули.

3.5 Грешке при мерењу

Обзиром на прецизност израде алата (тачност мера од 0,11 до 0,002mm) могуће су грешке мерења. Најчешћи узроци су:

- *Неприкладни уређај у погледу тачности мерења: $\pm 0,001$, $\pm 0,01$ или $\pm 0,1\text{mm}$.*
- *Похабан уређај: потребно баждарење, поправка или замена.*
- *Утицај топлоте: иста температура уређаја и производа, утицај температуре човека.*
- *Утицај влаге и прашине: повећање за прецизна мерења.*
- *Утицај вибрација: одвојити просторију за прецизна мерења.*
- *Недовољно искуства: косо постављање (као на слици 4.), криво читавање, прејак притисак, масноћа...*



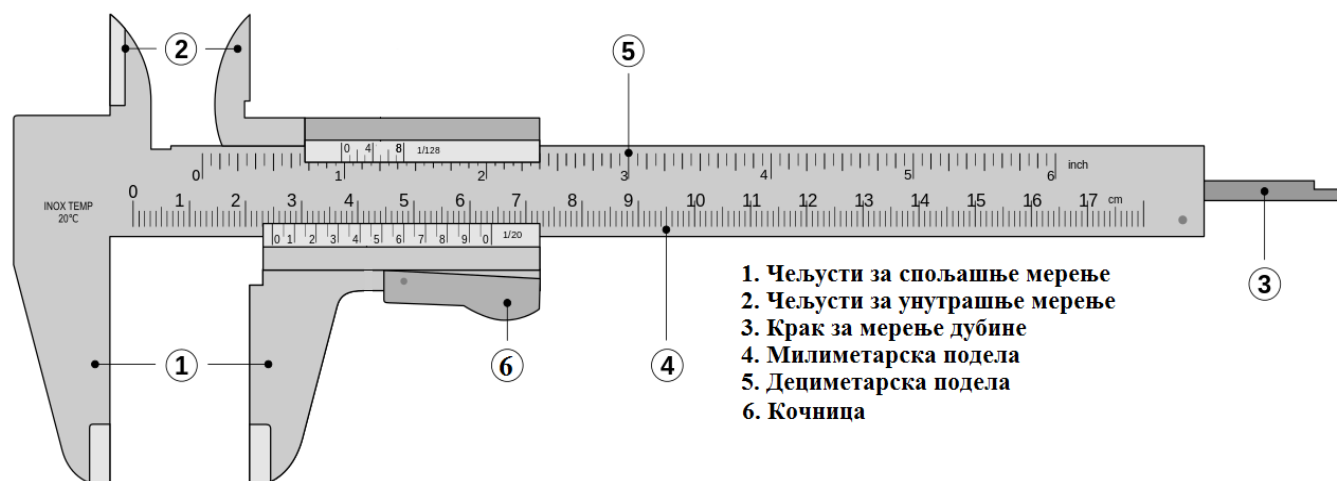
Слика 4. Грешке при мерењу [5]

4. Мерна средства

Основна подела мерних и испитних средстава наведена су у тачки 3.3 те ће се у тачки 5. Описати и детаљније разрадити мерна средства која се користе унутар фирме БСС лаб д.о.о. која ће у каснијем разматрању бити предмет предлога еталонирања па је важно знати начине на које поједина мерна средства функционишу те која су им ограничења код мерења.

4.1 Аналогно помично кљунасто мерило

Помично мерило је према [6] ручни алат који има могућност мерења спољашњих и унутрашњих величина, мерења дубине и висине, мерења спољашњих и унутрашњих димензија правилних облика. Мерно подручје помичних мерила креће се од 0-1000 mm, док тачност иде у границама од 0,001 до 0,01mm зависно од потреба мерења. У овом раду биће обухваћена и обрађена помична мерила у мерном распону од 0-300 mm, тачност 0,01 mm прописаних према спецификацијама произвођача.



Слика 5. Шематски приказ помичног мерила [6]

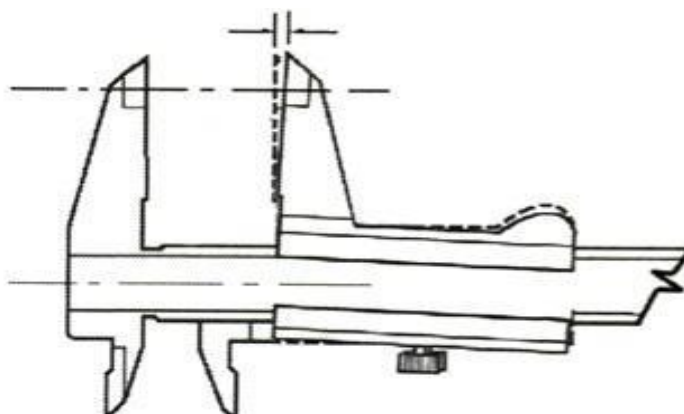
Чељуси за унутрашња и спољашња мерења најважнији су делови мерног средства јер они долазе у контакт са мерном позицијом те је за њих веома важно да буду направљени од тврдог метала отпорног на хабање. Мерне површине су обрађене најфинијим процесом завршне обраде, леповањем при чему паралелност мерних површина и досеше вредност 0,0005 mm.



Слика 6. Систем за читавање вредности [7]

Пошто је помично мерило веома распрострањено и популарно код контроле и мерења у производњи због својих перформанси и једноставним начином примене, то је мерно средство једино код којег није задовољен аббе-ов принцип те је потребно водити бригу о паралелности мерних површина те притисне силе код мерења, посебно код мерења врховима.

Могуће појаве грешке због незадовољавања Аббе-овог принципа приказана је на слици 7.



Слика 7. Незадовољавање Аббе-овог принципа [7]

Или простије речено косо постављање уређаја са предметом који се мери.

4.1.2 Дигитално помично кљунасто мерило

Савремено помично кљунасто мерило, електронско са дигиталним читавањем, снабдевано батеријама, приказано је на слици 8. Коришћењем могућности постављања на нулу без враћања пипака на нулти положај, омогућено је мерење зазора склопова, затим компаративно мерење и мерење оса растојања отвора истих пречника. Мерење растојања оса отвора истих пречника мери до 150 mm дужине са тачношћу 0,01mm.



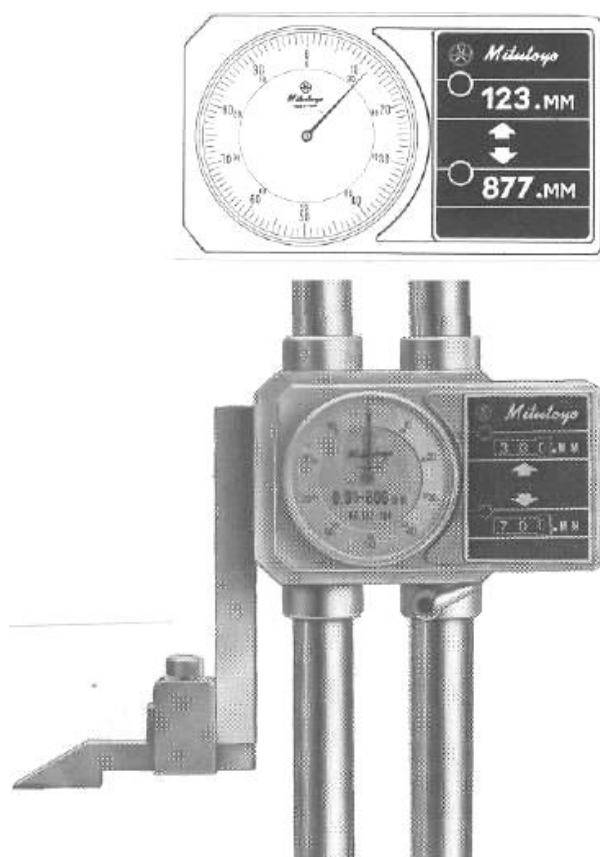
Слика 8. Шематски приказ дигиталног помичног кљунастог мерила [8]

Функцијске типке најчешће се састоје од функција укључи/искључи, функција поништавања вредности те могућност „замрзавања“, резултата уколико се ради о мерењу димензија у скученим просторима. Систем за читавање вредности састоји се из мерне скале која је са спољње стране, видљива као и мерна скала аналогног помичног мерила. Док је онај невидљиви део магнетне мерне скале подељен у мрежу размака 0,01 mm што је уједно и резолуција мерног средства. Горњи систем читавања који клизи по магнетној мерној скали и мери сваку линију којом прође и на тај начин показује резултат на екрану. Из тог разлога је веома битно водити рачуна о чистоћи скале, јер ако постоји најмања препрека или оштећење, мерни систем ће читавати погрешну вредност. Начин на који су подељени делови мерне скале су дати на слици 8.

4.1.3 Висиномер

Висиномер јесте иструмет који служи за мерење висине машинског или неког другог дела. Висиномер се користи у појединачној производњи одливака за обележавање одливака и отковака. Користи се на тај начин што се уз покретни део висинометра причвршћује игла за обележавање. Осим те игле могу се причврстити и пипци који омогућавају мерење висине. Гарнитура изменљивих пипака се испоручује заједно са мерилом.

На левој слици 9 је приказан висиномер са сат компаратуром, који има поред њега и уграђен двоструки дигитални показивач за читавање целих милиметара. На десној слици 10 је дат висиномер истог произвођача са посебно придодатим дигиталним показивачем. Нула се може поставити преко дугмета за подешавање нуле на било којој висини.



Слика 9. Висиномер [9]



Слика 10. Висиномер са дигиталним показивачем [10]

4.1.4 Дубиномер

Дубиномер служи за мерење дубина отвора, висина испуста и друго. Наслони служе да се уређај постави у правилан положај, код дубиномера је Аббеов принцип испуњен, док код осталих типова мерила са нонијусом то није случај. Најчешће се израђује као аналогни као на слици и дигитални.

Аналогни дубиномер има аналогно читавање и ради на сличном принципу као аналогно помично кљунасто мерило.



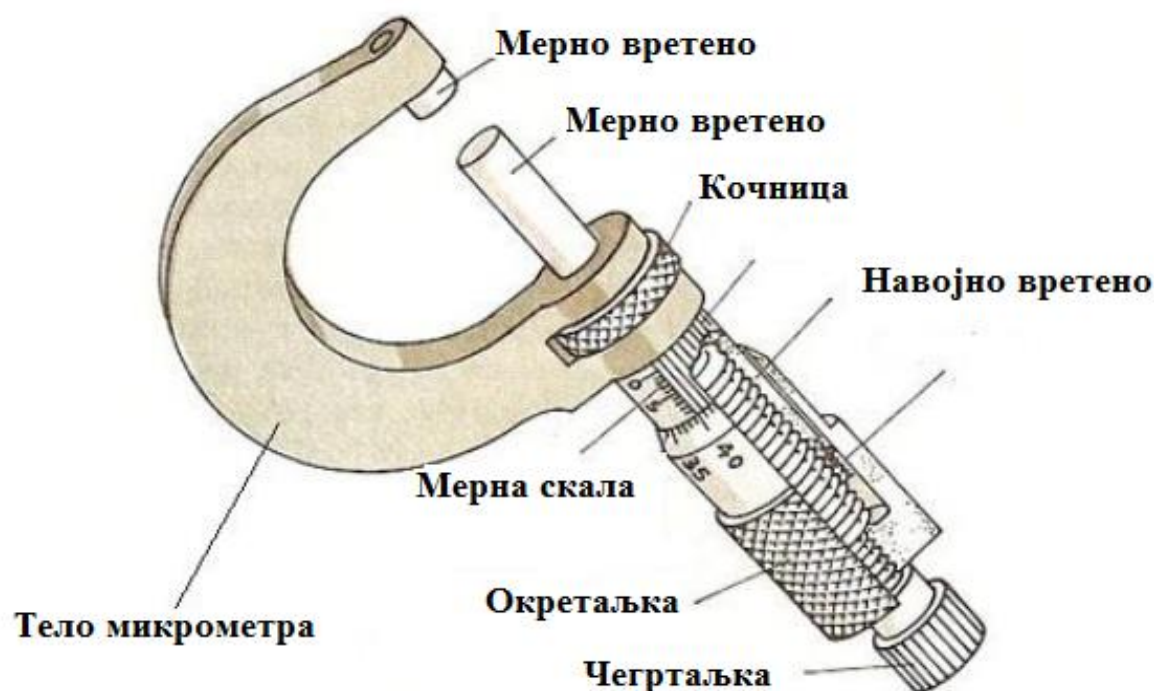
Слика 11. Аналогни дубиномер [11]

4.2 Микрометар

Микрометар или причврсни вијак је према [6] ручно мерно средство којим је могуће мерити спољашње мере и пречнике у распону 0-1000mm (у специјалним случајевима и више), тачност 0,001 mm. У овом раду биће обухваћени микрометри мерног подручја од 0-150 mm, тачност 0,001 mm, са аналогним и дигитаним приказом вредности. Мерење се остварује додиром вретена са једне и друге стране док је сила притиска ограничена чегртаљком. Додирне површине на вретену најчешће се израђују од карбида због отпорности на хабање те могућности фине завршне обраде леповањем. Навојно вретено помоћу којег се остварује кретање најчешће је каљено и од материјала отпорног на температурне осцилације. На крају вретена налази се чегртаљка која увек остварује исту притисну силу код мерења.

Код специјалних случајева микрометара, мерне површине могу бити различитих облика зависно о потребама мерења, па се тако често срећу тањирасте израде, израде за мерење унутрашњих пречника.

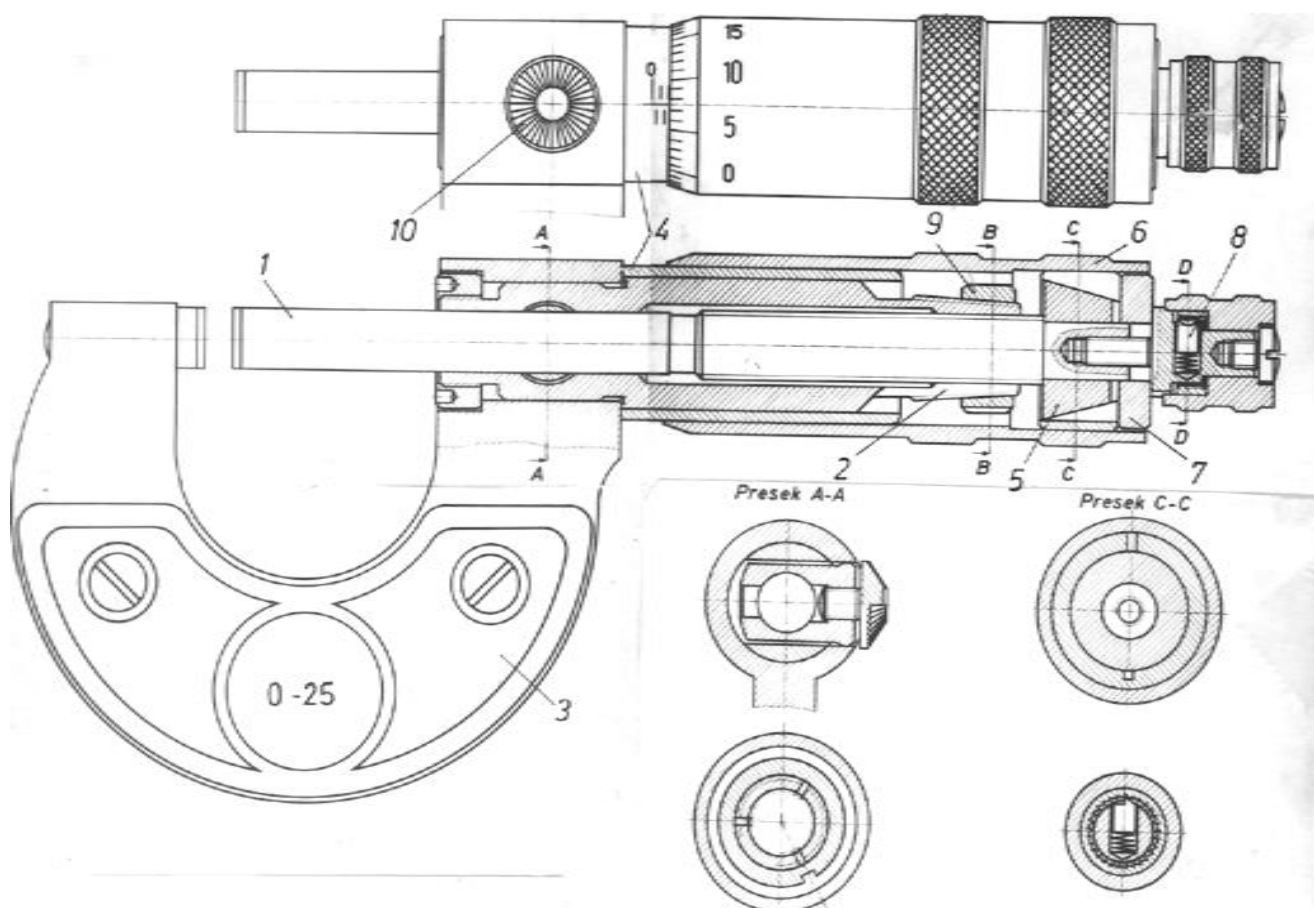
Сви делови аналогног микрометра приказани су на слици 12.



Слика 12. Шематски приказ аналогног микрометра [8]

4.2.1 Микрометар за спољашња мерења

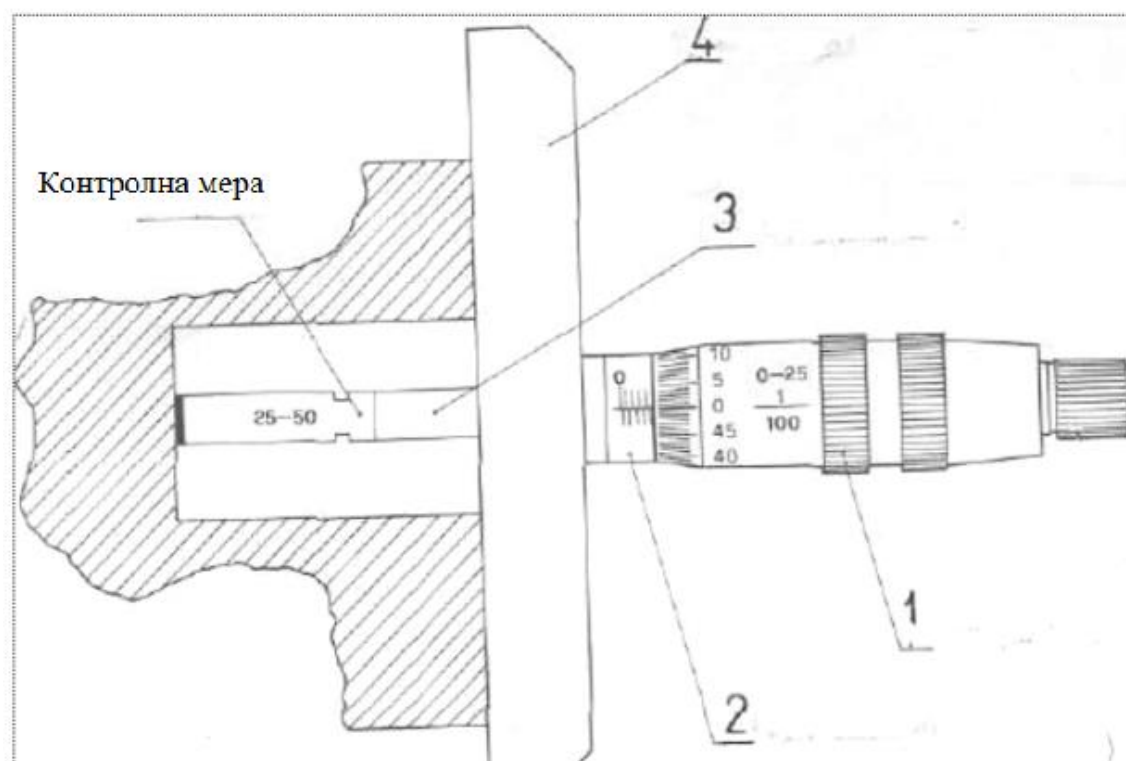
Микрометар за спољашња мерења представљен је на слици 13. Састоји се од мерног вретена (1) чији је средишњи део изграђен са навојем, који улази у навртку (2), просечену на задњем делу и причвршћену на левом крају уз мерну рачву (3). Мерило на свом средњем делу има навучену мерну чауру са скалом (4). Мерно вретено је на десном крају спојено преко дводелне конусне спојнице (пресек Ц-Ц) са добошем (6), док је сама спојница притегнута вијком преко плочице (7). Да не би притисак мерења, који износи 5 N до 10 N, био прекорачен, постоји уређај са скакавицом (8) и опругом (пресек Д-Д).



Слика 13. Шематски приказ микрометра за спољашње мерење [9]

4.2.2 Микрометар за мерење дубине и висине

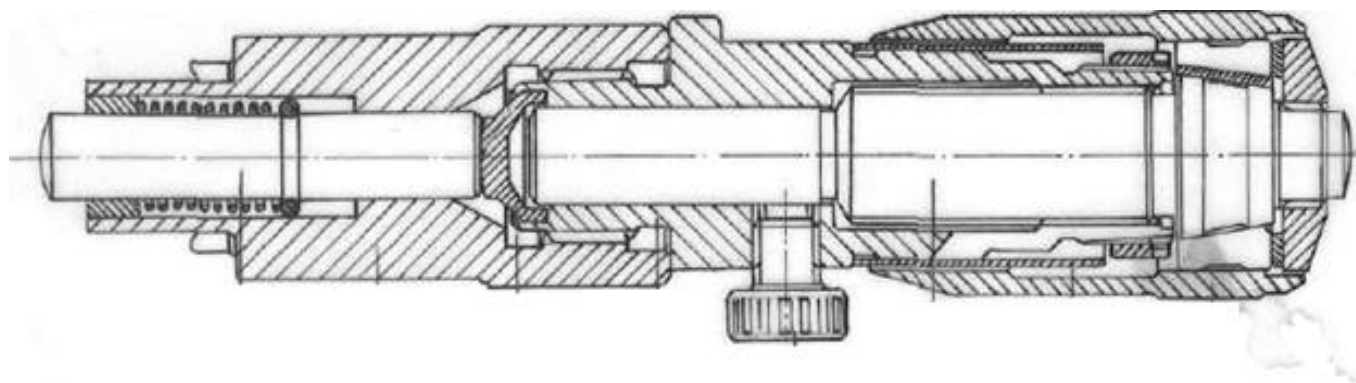
Микрометар за мерење дубине и висине користи се код контроле дубине жлеба, ширина, висина, испуста, степенстих осовина и друго (слика 8.) Састоји се из добоша (1) и мерне чауре (2), затим изменљивог мерног пипка (3) и моста (4). Променом пипка можемо мењати област мера од (0-25 mm), (25-50 mm), (50-75 mm) и (75-100 mm). Мерна сила износи (3-7 N), а обезбеђује се помоћу скакавице, с тим што се мерни мост приљуби чврсто уз мерни предмет силом, која је већа од силе мерења.



Слика 14. Шематски приказ микрометра за мерење дубине [9]

4.2.3 Микрометар за унутрашња мерења

Микрометар за унутрашња мерења обухвата дијапазон мера од (30-4000) mm, са тачношћу читавања од 0.01 mm. Приказан је на слици 15. Израђује се у гарнитурџ од (30-35) mm, (35-40)mm, (40-45) mm, (40-50) mm, (50-75) mm, (75-100) mm, (100-125) mm, а затим се додају умети, који представљају непокретан пипак. Комбинацијом уметака (такође се испоручују у гарнитурама), може се измерити било која мера од 4000 mm.

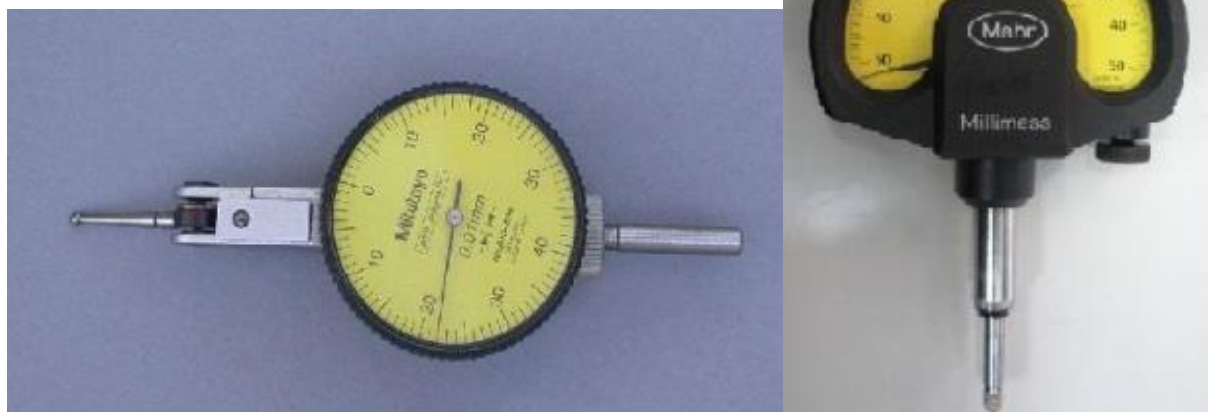


Слика 15. Шематски приказ микрометра за унутрашња мерења [8]

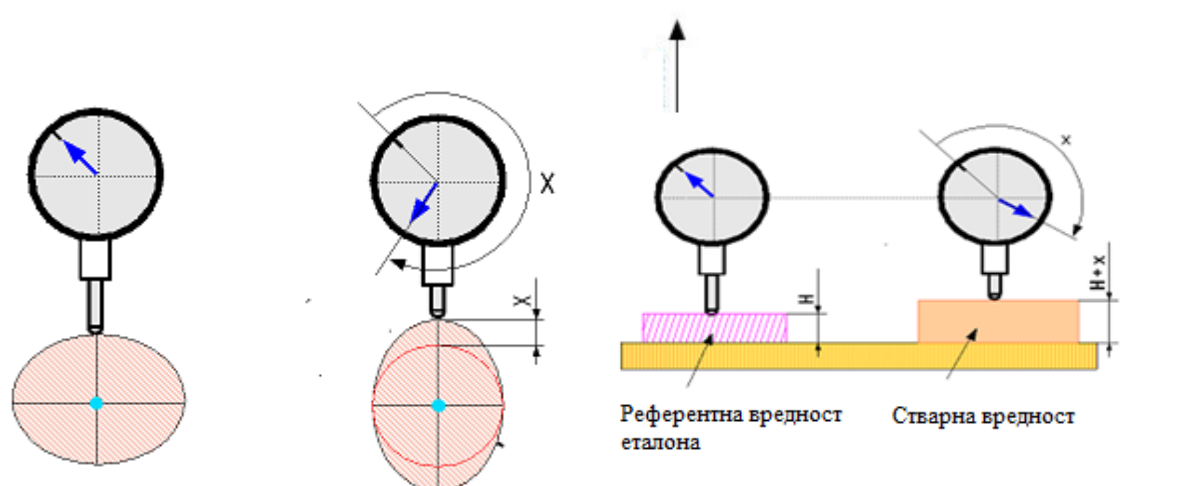
4.3. Мерни компаратор

Мерни компаратор је према [7] механички ручни мерни алат са којим је могуће прецизно мерење дужина. Карактерише га могућност примене у скоро свим смеровима мерења пошто има могућност прихватања за посебне држаче и мерне гранитне столове. Подручје мерења креће се од 0-125 mm „ док је тачност најчешће у границама од 0.001-0,01 mm. Мерни компаратор има могућност показивања резултата као измерену вредност или као разлику резултата наспрам неке узете референце. Компаратор се најчешће користи код мерења равности површине, кружности спољашњег пречника или паралелности позиције где је битно одредити одступање мерног комада од самог себе.

Код мерног компаратора постоји флексибилност и у погледу. На слици 16. приказани су аналогни компаратори док су на слици 17. приказана два могућа начина мерења компаратором у производњи.



Слика 16. Врсте компаратора [12]



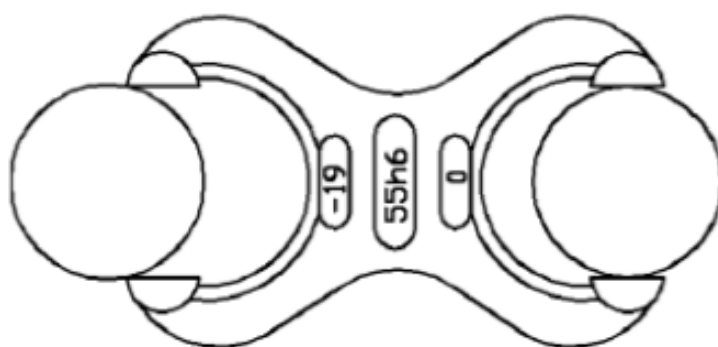
Слика 17. Мерење компаратором [12]

4.4 Остали уређаји

4.4.1 Контролници за контролу спољашњих димензија

Контролници или толеранцијска мерила се користе за контролу димензија, јер обезбеђују проверу да ли се контролисана димензија налази у границама дозвољених одступања.

- Рашљасти контролници за брзу контролу осовина са отворима на оба краја и ознакама одступања од уписане мере.
- Страна „иде,, значи да стварна мера осовине није већа од горње допуштене мере, а страна „не иде,, значи да је стварна мера осовине једнака или већа од доње допуштене мере.
- Мере отвора контролника одређују се о посебној процедури узимајући у обзир толеранцију израде отвора контролника.



Слика 18. Контролник [5]

4.4.2 Контролници за контролу унутрашњих мера

- Калибри са две стране за брзу контролу отвора са ознакама одступања од уписане мере.
- Страна „иде,, значи да стварна мера отвора није мања од доње допуштене мере, а страна „не иде,, да стварна мера отвора није већа од горње допуштене мере као на слици 19.



Слика 19. Контролник за унутрашњу меру [5]

4.4.3 Еталони

Еталон је материјализована мера, мерни инструмент или мерни систем намењен да дефинише, остварује, чува или репродукује једни јединицу односно једну или више познатих вредности једне величине како би се поређењем могле пренети на друга мерила.

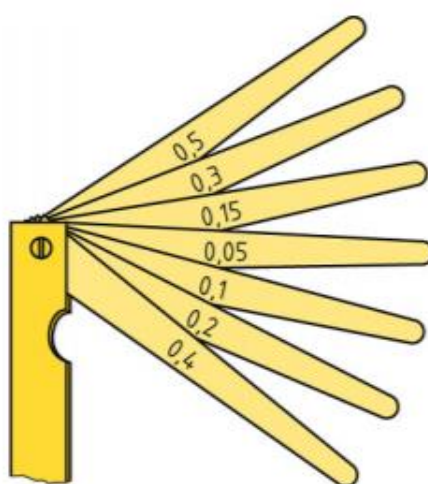
- За прецизно мерење и контролу мерних инструмената.
- Челичне, каљене, брушене леповане и полиране до високог сјаја са утиснутом мером дебљине и степеном тачности, слика 20.



Слика 20. Гарнитура са 87 плочица [5]

4.4.4 Мерни листићи

Сноп мерних листића са означеним дебљинама за проверу зазора те одступања од паралелности обрађених површина, слика 21.



Слика 21. Мерни листићи [5]

5. Организација унутар лабораторије за мерење и контролу

Лабораторија за мерење и контролу фирме БСС лаб д.о.о. има организацију и све техничке захтеве постављење према стандард ИСО 17 025 те у сврху осигурања квалитета изводи низ активности од организације рада, обуке особља, осигурања услова простора, контроле свих фаза испитивања до поступања са мерном опремом. Пошто је тема овог рада еталонирање мерне и испитне опреме, у наставку рада више пажње биће посвећено тој делатности лабораторије.

5.1 Набавка мерне и испитне опреме

Процес осигурања квалитета креће се од набавне опреме [8] која је потребна да би се процес мерења уопште могао извести. О мерној опреми зависи и квалитет резултата па је то обавезан фактор који треба узети у обзир код процеса набавке мерне опреме. За набавку мерне опреме постоји план набавке, а израђује се према плану увођена нових позиција, нових мерних метода, анализе постојеће опреме, анализе превентивних радњи или у случају кад неки од мерних уређаја више не задовољава критеријуме. План набавке креира се према понудама произвођача опреме те према финансијском критеријуму. Одабир одговарајућег понуђача највише зависи о удовољавању уређаја траженим спецификацијама. Циљ и сврха израде плана набавке је елиминисати почетну могућност одступања купљене мерне опреме од задатих или жељених карактеристика чиме се одмах смањује и могућност појаве грешке код мерења. Код сваке набавке мерне опреме, проверава се да ли постоји спецификација произвођача те упутство, те уколико то не постоји такво мерно средство или уређај проверавају се интерним калибрисањем или се дају на проверу у овлашћену лабораторију за калибрацију.

5.2 Означавање и евиденција опреме

Свако ново мерно средство или уређај добијају свој јединствени идентификациони број који се састоји од слова која означавају врсту, те четири цифре које означавају редни број. Таква ознака угравирана је на мерно средство и на кутију у којој је складиштена када није у употреби. Процесу гравирања на самом средству се приступи након лоших искустава са налепницама и уписивање бројева маркером при чему се често догађало да се бројеви избришу или буду одлепљени, посебно код мерних средстава која се користе директно у производњи.

За свако мерно средство након што добије свој идентификациони број, у базу мерних средстава уписује се радно место на којем се налази те име и презиме особе која га задужује и одговара за његову функционалност. Заједно са тим подацима уписује се и

датум првог еталонирања, име и презиме инжењера који је вршио еталонирање, те се подаци о еталонирању документују и чувају све док мерно средство не буде отписано као неисправно.

Пошто се еталонирање изводи према унапред одређеним интервалима 6,12 или 24 месеца, за сваки интервал постоје посебне маркице које су одређене бојом, месецом и годином кад је еталонирање изведено што за сврху има лакше уочавање да ли је неко средство меродавно или му је валидност еталонирања истекла те се на тај начин покушава избећи могућност мерења опремом којој је истекао интервал еталонирања.

5.3 Руковање мерном опремом

Руковање опремом један је од нужних услова да би резултат мерења био исправан. Због тога лабораторија за сваки уређај поседује упутства о правилном руковању мерне и испитне опреме, који је израђен од стране квалификованих особа, а уједно се та упутства надовезују према потреби производње и лабораторије.

Опремом рукује само компетентно особље које је квалификовано или обучено преко интерних програма обуке, или у случају специјалне опреме могућа је екстерна обука. О сваком програму обуке, те о оспособљености, воде се записи за које је одговоран управник лабораторије.

5.4. Одржавање опреме

У поступак руковања опремом уписано је и одржавање опреме те потребне радње пре самог коришћења опреме које су корисници опреме дужни одрадiti пре мерења. У такве превентивне мере одржавања и инспекције спадају следеће радње, а обавезне су за мерна средства која се налазе директно у производњи.

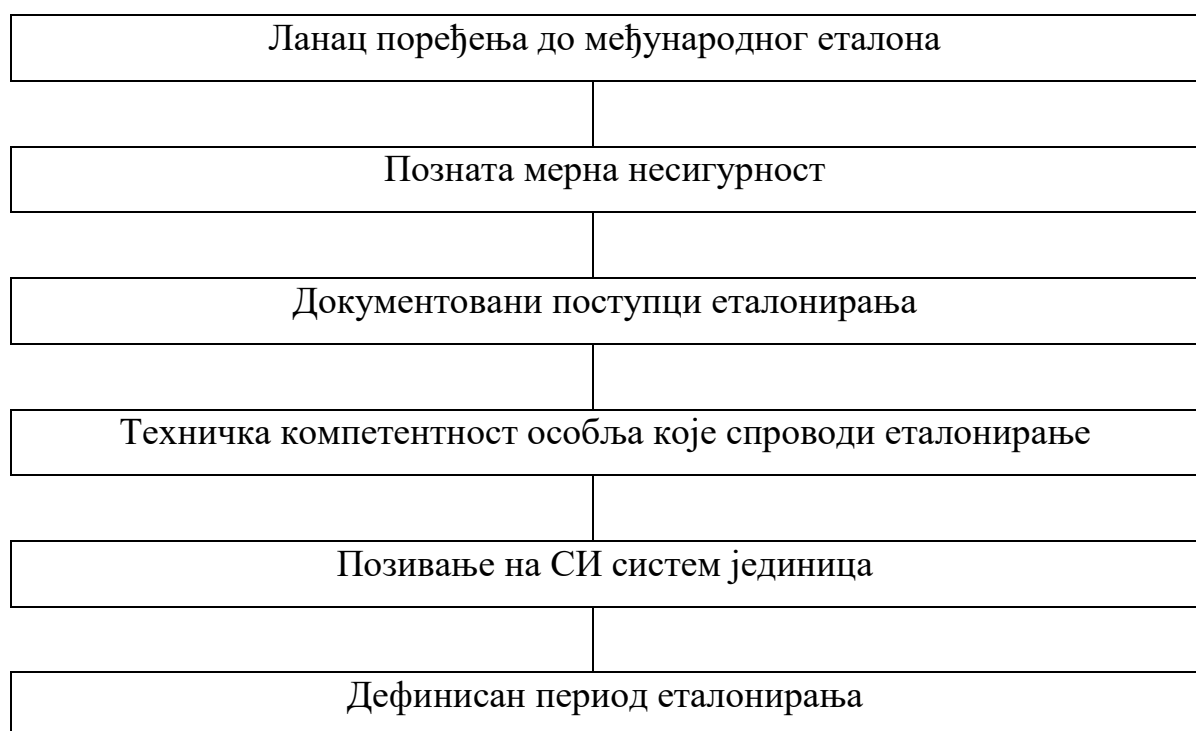
- *Визуелна инспекција мерног средства према могућим оштећењима,*
- *Функционалност (због близине емулзије могуће проливање по средству),*
- *Чисте мерне површине (могућност лепљења струготине на површину),*
- *Видљивост резултата на екрану и*
- *Провера маркице валидности еталонирања.*

Због екстремних услова коришћења мерних уређаја у производњи, ове радње су нужно потребне непосредно пре коришћења мерне опреме.

5.5. Осигурање следивости

Сваки уређај који има утицај на резултат испитивања мора бити еталониран уз осигурање непрекинутог ланца следивости до примарних еталона СИ јединица. Сврха захтевања следивости јесте осигурање да резултати мерења буду тачна репрезентација одређене мерне величине, унутар исказане мерне несигурности.

Следивост карактеризује 6 битних елемената према [8], који су приказани на слици 22.



Слика 22. Елементи следивости [13]

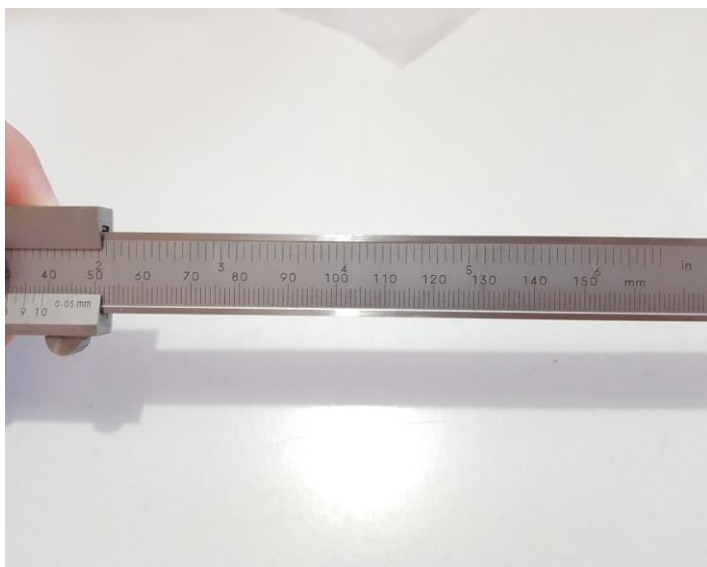
У пракси лабораторије за мерење и контролу фирме БСС лаб д.о.о. следивост се осигурава еталонирањем у акредитованој лабораторији, интерним еталонирањем и прегледом опреме. Еталонирање референтних еталона изводи се једном годишње у акредитованој лабораторији.

6. Поступак мерења помичним кљунастим мерилом



Слика 23. Помично кљунасто мерило [14]

Кљунасто помично мерило је прецизни мерни инструмент намењен за мерење спољних и унутрашњих величина. Помично мерило се састоји од неколико делова, мерни лењир са непокретном скалом, покретна скала, вијак за фиксирање покретне скале. У зависности од произвођача и конструктивних карактеристика помична мерила могу имати већи број причврсних завртњева и осталих елемената, сматра се да су најбоља помична мерила она са најмање делова. У својој дугој историји није се превише мењао. Постављањем скале на покретни део омогућено је мерење величина са тачношћу до десетог дела милиметра. Помично кљунасто мерило је приказано на слици 23.



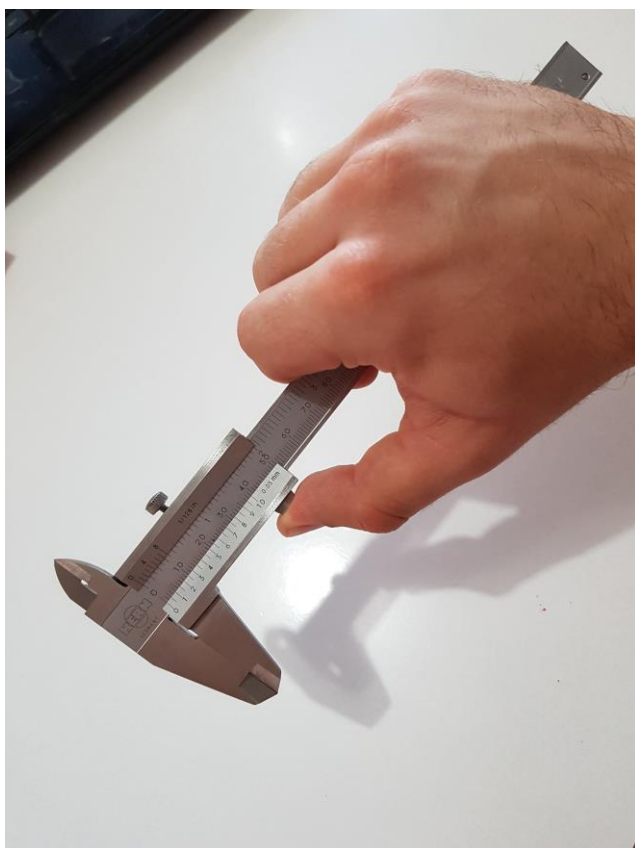
Слика 24. Скала кљунастог помичног мерила [14]

Постоји више величина помичног кљунастог мерила. Стандардно помично кљунасто мерило може да мери величине до 150 mm. Постоје мања која су прикладна за транспорт, за мерење мањих величина, али и много већа која се користе у шумарству за мерење пречника стабала. Углавном се израђују од метала. Нека специјална за потребе електротехничке струке израђују се од пластике. Најчешће има две скале, једну у инчима, а другу у милиметрима. Милиметарска скала је са доње стране лењира а са горње стране је скала у инчима, као што се види на слици 24.



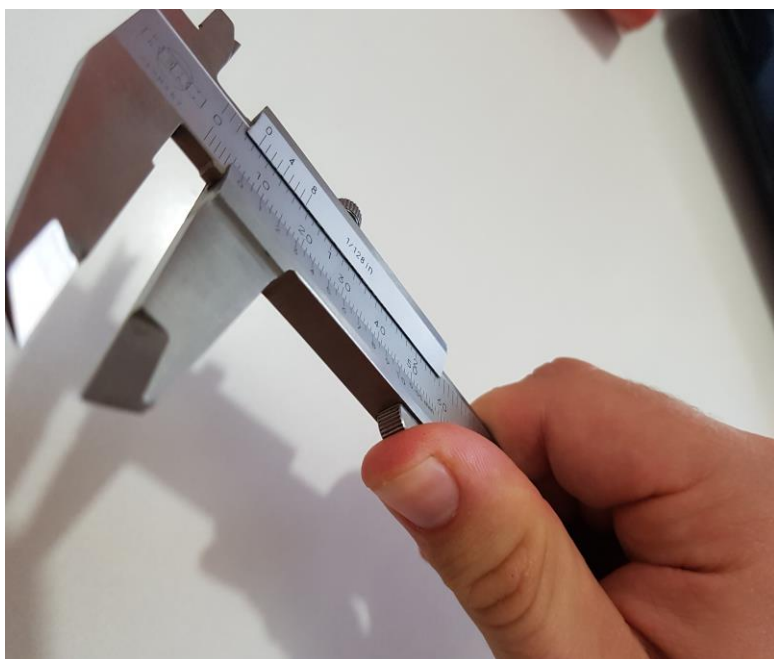
Немају сва помична кљунаста мерила исту тачност. Њихова прецизност зависи од њихових конструктивних карактеристика. Наравно, већу прецизност прати и већа цена мерног инструмента. Помична мерила се израђују са тачношћу 0,1; 0,05; 0,02 и 0,01 mm. Односно може мерити величине тачности стотог дела милиметра. На самом мерном инструменту је уписана вредност која означава тачност тог мерног инструмента. У конкретном случају на слици 25. то је 0,05. Понекад се ознака тачности означава као разломак $1/20=0,05$ или $1/50=0,02$. Тачност класичних помичних мерила иде највише до 0,02 mm. За већу тачност користе се мерила са сатом или дигитална мерила.

Слика 25. Прецизност помичног кљунастог мерила [14]



Нормалан начин коришћења помичног мерила приказан је на слици 26. При мерењу шаком се инструмент држи за непокретну скалу а палцем, ослоњен на испупчење, помера покретни део. Ово „испупчење,, код појединих мерила је изведено као мали точкић који се окреће при померању покретног дела. Треба напоменути да приликом мерења помичним мерилем, предмет мерења, треба притезати толиком силом да не дође до деформација јер овај инструмент, за разлику од других нема контролу силе притиска.

Слика 26. Начин држања помичног кљунастог мерила [14]



Слика 27. Краци помичног кљунастог мерила [14]

Као што је на почетку речено нонијусом могу да се мере три величине спољашње димензије, унутрашње димензије и дубина. За мерење дужине или пречника неког предмета користе се мерни краци за спољашње мерење, који се видена слици 27. Врхови ових кракова су заострени тако да се може мерити и димензија на уским, неприступачним местима.



Слика 28. Мерење спољашњих величина код помичног кљунастог мерила [14]

Спољашње димензије предмета се мере тако што се предмет стегне између мерних кракова за спољашње мерење, палцем се чврсто држи клизна скала а затим се очита измерена вредност. У датом случају, слика 28. пречник игличастог лежаја износи 30 mm.



За мерење унутрашњих величина неког предмета користе се мерни краци за унутрашња мерења. Они су много краћи од раније поменутих и налазе се супротно од њих, слика 29. За мерење поступак је сличан као и код спољашњих димензија. Предмет се стегне крацима за унутрашње мерење, палцем се чврсто држи клизни део тако да се не помера а затим се чита измерена вредност.

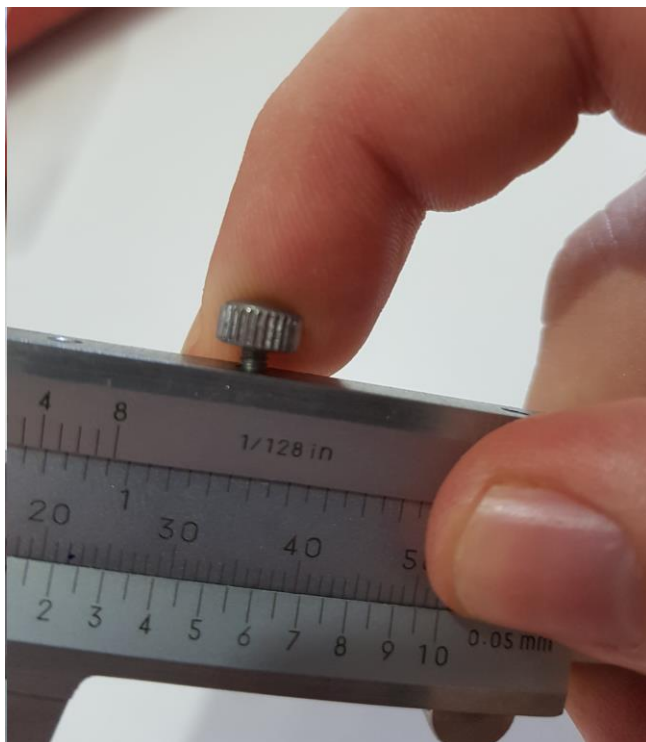
У датом примеру вредност унутрашњег пречника лежаја износи 22 mm, а са чауром износи 17 mm.

Слика 29. Мерење унутрашњих величина код помичног кљунастог мерила [14]



На крају за мерење дубине неких предмета користи се додатна шипка за мерење дубине. Она пролази целом дужином непокретног дела помичног мерила а фиксно је везана за покретни део, односно нонијус, слика 30. Мерење је крајње интуитивно. Поставите крај помичног мерила на ивицу предмета чија се дубина мери. Затим померате нонијус на доле док шипка за мерење не дотакне део мерног предмета. Тада очитате измерену вредност. И у датом случају очитана вредност ширине игличастог лежаја износи 13 mm.

Слика 30. Мерење дубине код помичног кљунастог мерила [14]



На помичном кљунастом мерилу има још један покретан део. То је мали точкић, односно завртањ, као што је приказано на слици 31. То је кочница за клизни део. Завртњем овог вијка фиксира се клизни део у задатом положају.

Слика 31. Кочница код помичног кљунастог мерила [14]



Када је нонијус у крајњем левом положају нула са покретног дела поклапа се са нулом на фиксној скали, слика 32. Скала нонијуса има 50 подеока али је дугачка 49mm. Значи један милиметар је мањи од одређене дужине на фиксној скали скале. Померање нула за 1/10mm удесно, знак 1 нонијус са цртицом који означава 5 mm на фиксној скали. За померање 2/10 mm поклопиће се са 2 нонијуса са цртицом 10 mm на фиксној скали и тако даље. Ово је основни принцип по ком помично кљунасто мерило функционише.

Слика 32. Нулирање код помичног кљунастог мерила [14]



Слика 33. Очитавање вредности код помичног кљунастог мерила [14]

милиметра. У конкретном случају 22 милиметар нонијусове скале се поклопио са 22 другим милиметром фиксне скале. Дакле са покретне скале читамо вредност код поклопљених подеока, а то је 22mm. Очитана вредност децималног дела је 0.22mm. Да би добили тачну вредност потребно је сабрати цели и децимални део, дакле $23 + 0,22 = 23,22\text{mm}$. Уколико вам се учини да су два подеока нонијуске скале исто добро поклопљена са нека два подеока фиксне скале онда одаберете мању вредност. Скала покретног дела подељена је на 50 делова за тачност 0,02. Број подеока на покретном делу зависи од тачности тог инструмента. Нонијус са тачношћу 0,05 има 20 подеока. Управо из тог разлога постоји обележавање $1/20$, односно $1/50$. Дакле, што више подеока скала има на покретном делу то је инструмент тачнији и уколико желимо мерило веће прецизности, нонијус треба поделити на више делова. Са повећањем подеока све теже ћете одредити који је то подеок који се најбоље поклапа. Још ако имате слабији вид... Дакле, постоји нека граница у дељењу нонијуске скале. Јер повећањем броја подеока смањује се грешка мерења, али се истовремено смањује поузданост очитавања (теже је одредити поклапање подеока) па цео поступак губи смисао. Управо то је разлог да класично помично мерило има највећу тачност 0,02 са 50 подеока, као на слици. За прецизнија мерења користи се помично мерили са сатом.

А у пракси то изгледа много једноставније. Очитавање мерне величине се врши у два корака. Прво очитавањем целобројног дела а онда децималног дела.

Очитавање целобројног дела: Цели број вредности се добија очитавањем положаја нуле покретне скале на фиксној скали. У конкретном примеру нила нонијуса се налази између вредности 23 и 24. Ако се нула налази између две вредности узима се мања вредност, односно вредност која се налази лево од нуле нонијуса. У конкретном случају то је 11 mm и то представља вредност целих милиметара.

Очитавање децималног дела: Да би се ово добило потребно је потражити на покретној скали подеок који се тачно поклопио са неким подеоком главне скале. Та вредност представља десете делове



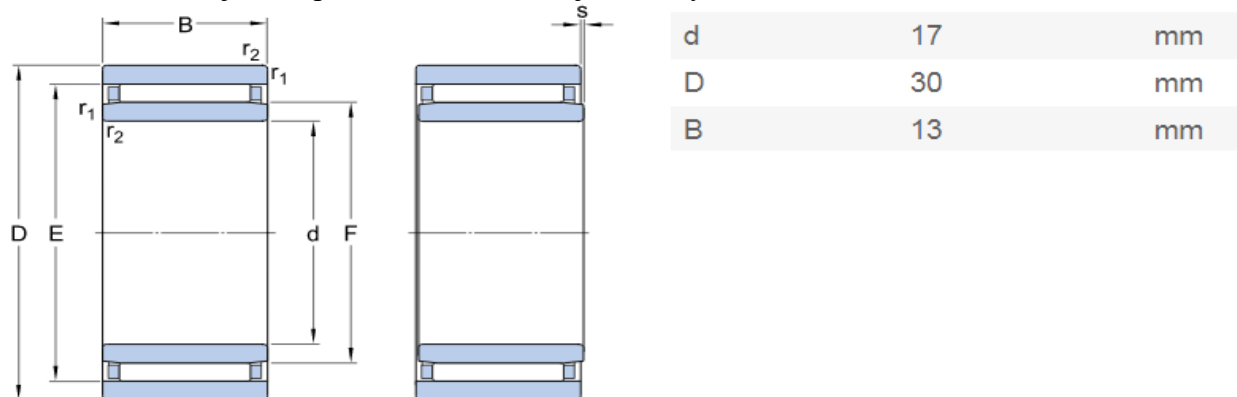
Да би били сигурни у вредност које меримо, неопходно је проверити да ли на инструменту постоје нека механичка оштећења, да ли покретни део лагано клизи и што је најважније када се чељусти саставе, да ли се види светлост између њих. Уколико се то види, уређај се сматра непоузданим. На крају нека реч и о одржавању овог финог мерног инструмента. Генерално, спада у ону групу која не захтева претерано одржавање. Углавном се све своди на то да се инструмент треба чувати од механичких оштећења и влаге. После сваке употребе потребно га је очистити и одложити у кутију намењену за његово чување, слика 34.

Слика 34. Чување помичног кљунастог мерила [14]

На претходном примеру показано је одређивање димензија игличастог лежаја карданског вратила, који није имао ознаке на себи. Помоћу помичног кљунастог мерила су одређење димензије, на основу којих се у каталогу произвођача тражи лежај са утврђеним ознакама и димензијама.

Измерене су следеће величине лежаја: $d=17\text{ mm}$; $D=30\text{ mm}$; $B=13\text{ mm}$.

Остале димензије и мере игличастог лежаја дате су на слици, 35.



Слика 35. Игличасти лежај из каталога [15]

На основу измерених димензија лежаја може се утврдити да је реч о лежају NAO 17x30x13.

Игличасти лежај NAO 17x30x13 можемо наћи у каталозима следећих произвођача:

- SKF
- FAC
- NOC
- RFG

7. Закључак

У оквиру овог рада разрађена је и реализована метода извођења еталонирања мерних средстава и инструмената унутар лабораторије једне фирме у властите сврхе, а све са циљем што квалитетнијег и бржег еталонирања из разлога да не би долазило до застоја производње уколико би се та иста мерна опрема калибрисала у калибрационој лабораторији. Све методе и предлози наведени у овом раду, а везани за споменута мерна средства могу се применити код еталонирања у свим интерним лабораторијама које се налазе у склопу производње а који задовољавају услове стандард ИСО 17 025. Надаље све наведене методе и радне подлоге те упутства могу се користити за више варијанти наведене мерне опреме уколико се правилно допуне у складу са задатим нормама.

Сврха израде упутстава радних подлога за еталонирање мерне опреме за примарни циљ има унифицирање сваког поступка који се обавља са или на мерној опреми те се тиме покушава смањити појава случајних грешака код мерења или еталонирања. Свака калибрациона лабораторија тежи да опрема коју користи буде меродавна те складно томе мора спроводити радње које су прописане нормама или одговарајућим документима.

У оквиру рада приказан је поступак мерења помичним кљунастим мерилом. Главни задатак је индентификација димензија и врсте игличастог лежаја у циљу замене истог. Применом мерила извршено је мерење свих димензија игличастог лежаја. Дати игличасти лежај користи се код крстасте осовине карданског вратила.

9. LITERATURA

- [1] Петковић Д.: Одабрана поглавља из управљања квалитетом, Зеница, 2010.
- [2] Пребен Ховарт и Фиона Редграве: Метрологија укратко, ДЗМ, Загреб, 1999
- [3] ИСП: Мјерење и контрола у алатничарству, Загреб, 2001.
- [4] ЕА-4/02 Изражавање мјерне несигурности при умјеравању, ДЗМ, Загреб, 2008. Државни завод за мјеритељство.
- [5] <https://tolerancije.files.wordpress.com/2011/01/3-mjerenje-i-kontrola.pdf> (приступио 20.9.2017)
- [6] https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f6/Vernier_caliper.svg/1280px-Vernier_caliper.svg.png (приступио 20.9.2017)
- [7] Standard DIN 862 Teil 1 - Messschieber, 1981.
- [8] Standard DIN 863 Messschrauben, Bübelmessschrauben, Tiefenmessschrauben, 1981.
- [9] <file:///C:/Users/Nikola/Desktop/3%20UNIVERZALNA%20MERILA.pdf> (приступио 21.9.2017)
- [10] http://www.tehnoalat.rs/slike/mernialati/visinomer_sylvac_digitalni_01_v.jpg (приступио 21.9.2017)
- [11] https://www.meusbarger.com/SR/RS/media/PIC_PRO_SNG_VAR_MTSA10002_IN.jpg (приступио 22.9.2017)
- [12] Standard DIN 878 Messuhren, 1983.
- [13] Мр.сц. Далибор Секулић, дипл.инг. Емилија Баришић, дипл.инг.грађ. Ана Храниловић Трубић: ИГХ: Улога мјерне опреме у осигуравању квалитета рада лабораторија.
- [14] http://www.mojaradionica.com/Kljunasto_pomicno_merilo.htm (приступио 23.9.2017)
- [15] <http://www.skf.com/pk/products/bearings-units-housings/roller-bearings/needle-roller-bearings/needle-roller-bearings-with-machined-rings/with-machined-rings-w-inner-ring/index.html?designation=NAO%2017X30X13> (приступио 23.9.2017)