

Osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija

Vitić, Petar

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:235:070905>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-16**

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Mechanical Engineering and Naval Architecture University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Petar Vitić

Zagreb, 2017. godina.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Biserka Runje, dipl. ing.

Student:

Petar Vitić

Zagreb, 2017. godina.

Izjavljujem da sam ovaj rad izradio samostalno koristeći se znanjima stečenima tijekom studija i navedenom literaturom.

Zahvaljujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Biserki Runje na stručnom vođenju kroz ovaj rad, pruženoj literaturi te mnogim korisnim savjetima koji su doprinijeli izradi ovog diplomskog rada.

Želio bih također zahvaliti svim djelatnicima tvrtke Laboring d.o.o. na pruženom vremenu i pomoći tijekom izrade diplomskog rada.

Posebnu zahvalu posvećujem svojoj obitelji i prijateljima koji su me nesebično pratili i podupirali tijekom mog čitavog školovanja.

Petar Vitić



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomске ispite
Povjerenstvo za diplomске ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala te mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur. broj:	

DIPLOMSKI ZADATAK

Student: **Petar Vitić** Mat. br.: 0035186596

Naslov rada na hrvatskom jeziku: **Osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija**

Naslov rada na engleskom jeziku: **Competence of Testing and Calibration Laboratories**

Opis zadatka:

Akreditacija ispitnih i umjernih laboratorija se provodi prema normi HRN EN ISO 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija. Provedenim postupkom akreditacije dokazuje se stručna i tehnička osposobljenost laboratorija. Na primjeru laboratorija Laboring iz Zagreba potrebno je opisati laboratorijski ustroj te postupke i procese u Laboratoriju kako bi se zadovoljili zahtjevi norme ISO 17025:2007. Za potrebe proširenja akreditacije potrebno je izraditi procedure za umjeravanje.

U radu je potrebno navesti korištenu literaturu i eventualno dobivena pomoć.

Zadatok zadan:

28. rujna 2017.

Zadatok zdao:

Prof. dr. sc. Biserka Runje

Datum predaje rada:

30. studenog 2017.

Predviđeni datum obrane:

6., 7. i 8. prosinca 2017.

Predsjednica Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Biserka Runje

SADRŽAJ

POPIS SLIKA.....	IV
POPIS TABLICA	V
POPIS OZNAKA.....	VI
SAŽETAK	VII
SUMMARY	VIII
1. UVOD.....	1
2. HRVATSKA NORMA HRN EN ISO/IEC 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija.....	2
2.1 Područje primjene.....	4
2.2 Upućivanje na druge norme.....	4
2.3 Nazivi i definicije.....	4
2.4 Zahtjevi koji se odnose na upravljanje.....	5
2.4.1. Organizacija.....	5
2.4.2. Sustav upravljanja.....	5
2.4.3. Upravljanje dokumentima	6
2.4.4. Ocjena zahtjeva, ponuda i ugovora.....	6
2.4.5. Podugovaranje ispitivanja i umjeravanja.....	6
2.4.6. Nabava usluga i potrepština.....	6
2.4.7. Usluga kupcu	7
2.4.8. Pritužbe.....	7
2.4.9. Upravljanje nesukladnim radom na ispitivanju i/ili umjeravanju	7
2.4.10. Popravne radnje	7
2.4.11. Preventivne radnje	8
2.4.12. Upravljanje zapisima	8
2.4.13. Unutrašnje neovisne ocjene	8
2.4.13. Upravine ocjene.....	9
2.5. Tehnički zahtjevi	9
2.5.1. Osoblje.....	10

2.5.2. Uvjeti smještaja i okoliša.....	10
2.5.3. Ispitne i umjerne metode i validacija metoda.....	10
2.5.4. Oprema	12
2.5.5. Mjerna sljedivost	13
2.5.6. Uzorkovanje.....	13
2.5.7. Rukovanje predmetima koji se ispituju i umjeravaju	14
2.5.8. Osiguravanje kvalitete rezultata ispitivanja i umjeravanja.....	14
2.5.9. Prikazivanje rezultata	14
3. TVRTKA LABORING D.O.O. ZAGREB.....	17
3.1. Općenito o tvrtki.....	17
3.2. Područje akreditacije	17
3.3. Radni prostor	23
3.4. Organizacija	25
3.5. Matrica odgovornosti	25
4. IZRADA RADNIH UPUTA ZA UMJERAVANJE	27
4.1. Izrada radne upute za trokraki mikrometar	28
4.1.1. Cilj i područje primjene.....	28
4.1.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor	28
4.1.3. Nazivlje.....	29
4.1.4. Priprema mjerenja.....	29
4.1.5. Provedba mjerenja	30
4.1.6. Obrada mjernih podataka.....	32
4.1.7. Izrada potvrde o umjeravanju	35
4.1.8. Veza s drugim dokumentima.....	39
4.2. Izrada radne upute za mjernu uru	40
4.2.1 Cilj i područje primjene.....	40
4.2.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor	40
4.2.3. Nazivlje.....	41
4.2.4. Priprema mjerenja.....	41
4.2.5. Provedba mjerenja	43
4.2.6. Obrada mjernih podataka.....	45

4.2.7. Izrada potvrde o umjeravanju	48
4.2.8. Veza s drugim dokumentima	52
4.3 Izrada radne upute za visinomjer	53
4.3.1. Cilj i područje primjene	53
4.3.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor	53
4.3.3. Nazivlje	54
4.3.4. Priprema mjerenja	54
4.3.5. Provedba mjerenja	55
4.3.6. Obrada mjernih podataka	58
4.3.7. Izrada potvrde o umjeravanju	61
4.3.8. Veza s drugim dokumentima	65
5. ZAKLJUČAK	66
6. LITERATURA	67
7. PRILOZI	68
Prilog 1. Radni list za umjeravanje trokrakih mikrometara	69
Prilog 2. Radni list za umjeravanje mjernih ura	72
Prilog 3. Radni list za umjeravanje visinomjera	75

POPIS SLIKA

Slika 1: Ustrojstvo laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025	3
Slika 2. Tlocrt radnog prostora	24
Slika 3. Shema ustroja tvrtke	25
Slika 4. Trokraki mikrometar.....	29
Slika 5. Mjerna ura.....	41
Slika 6: Visinomjer	54

POPIS TABLICA

Tablica 1. Akreditirani postupci laboratorija Laboring	18
Tablica 2. Prikaz površina radnog prostora	24
Tablica 3. Matrica odgovornosti	26
Tablica 4. Sastavnice standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja trokrakih mikrometara rezolucije 0,001 mm.....	34
Tablica 5. Sastavnice standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja trokrakog mikrometra rezolucije 0,01 mm.....	34
Tablica 6. Mjerne točke kod umjeravanja mjerne ure	42
Tablica 7. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja digitalnih mjernih ura rezolucije 0,001 mm i mjernog područja do 10 mm.....	46
Tablica 8. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja analognih mjernih ura rezolucije 0,01 mm mjernog područja do 10 mm	47
Tablica 9. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja digitalnih mjernih ura rezolucije 0,001 mm i mjernog područja do 20 mm.....	47
Tablica 10. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja analognih mjernih ura rezolucije 0,01 mm mjernog područja do 20 mm	48
Tablica 11. Sastavnice standardne nesigurnosti pri postupku umjeravanja visinomjera rezolucije 0,02 mm	60
Tablica 12. Sastavnice standardne nesigurnosti pri postupku umjeravanja visinomjera rezolucije 0,05 mm i 0,1 mm.....	60

POPIS OZNAKA

Oznaka	Jedinica	Opis
r	mm	rezolucija mjerila
f_w	μm	pogreška mjerila kod određivanja ponovljivosti
f_{max}	μm	pogreška mjerila
d_{ix}	mm	očitanje mikrometra
d_s	mm	promjer etalonskog prstena
δd_{ix}	μm	korekcija zbog očitavanja skale mikrometra
δd_m	μm	korekcija zbog mehaničkih utjecaja
δd_0	μm	korekcija zbog postavljanja u nulu
D_s	mm	nominalni promjer etalonskog prstena
$\bar{\alpha}$	K^{-1}	utjecaj razlike temperature
$u_c(y)$	μm	sastavljena mjerna nesigurnost mjerene veličine
U	μm	proširena mjerna nesigurnost
k	-	faktor pokrivanja
P	-	vjerojatnost pokrivanja
c_i	-	koeficijent osjetljivosti
$u(x_i)$	μm	standardna mjerna nesigurnost svakog pojedinog izvora nesigurnosti
l_{ix}	mm	očitanje mjerne ure i visinomjera
l_s	mm	duljina etalona
δl_{ix}	μm	korekcija zbog očitavanja mjerne skale
δl_m	μm	korekcija zbog Abbeovog principa i mehaničkih utjecaja
δl_0	μm	korekcija zbog postavljanja u nulu
L_s	mm	nominalna duljina etalona
f_{ges}	μm	ukupna mjerna pogreška mjerne ure
f_u	μm	raspon mjerne pogreške u istom mjestu

SAŽETAK

U ovom diplomskom radu opisan je postupak umjeravanja mjernih instrumenata sukladno zahtjevima međunarodnih normi DIN 863, ISO 463, ISO 13225 na zahtjev umjernog laboratorija Laboring iz Zagreba koji želi proširiti svoje akreditacijsko područje.

Laboratorij Laboring akreditirani je umjerni laboratorij prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 pa je zbog toga u prvom dijelu detaljno opisana ta norma.

U drugom dijelu dan je kratak opis organizacijske sheme, radnog prostora te matrice odgovornosti unutar laboratorija Laboring.

U trećem dijelu razrađeni su postupci za umjeravanje trokrakih mikrometara, mjernih ura te visinomjera. U svakoj uputi zorno je prikazan opis mjernog sredstva sa svim bitnim dijelovima te popis sredstava koje je potrebno rabiti pri umjeravanju. Uputa opisuje kako iskazati mjernu nesigurnost kod umjeravanja, koji uvjeti okoline moraju biti zadovoljeni da bi umjeravanje bilo pravovaljano te detaljno opisuje kako pravilno ispuniti potvrdu o umjeravanju.

U prilogu su dani radni listovi za umjeravanje trokrakog mikrometra, mjerne ure te visinomjera.

Ključne riječi: HRN EN ISO/IEC 17025, trokraki mikrometar, mjerna ura, visinomjer, radna uputa, radni list, mjerna nesigurnost

SUMMARY

This master's thesis describes the procedure of calibration of measuring instruments according to requirements of DIN 863, ISO 463, ISO 13225 international standards on request of calibration laboratory "Laboring" from Zagreb, that wants to expand its accreditation area.

Laboratory "Laboring" is an accredited calibration laboratory according to HRN EN ISO/IEC 17025 standard, therefore the first section describes this standard in detail.

The second section gives a short description of organizational scheme, work space and responsibility matrix within "Laboring" laboratory.

The third section elaborates the procedures for the calibration of three-point internal micrometer, dial gauges and height gauges. Every instruction clearly describes the measuring instrument with all the important segments and the list of instruments that must be used during the calibration. The instruction describes how to state measurement uncertainty in calibration; which environmental conditions must be satisfied for calibration to be valid, and describes in detail how to fill in the calibration certificate right.

Work sheets for calibration of three-point internal micrometer, dial gauges and height gauge are enclosed.

Key words: ISO/IEC 17025, three-point internal micrometer, dial gauges, height gauge, work instruction, work sheet, measurement uncertainty

1. UVOD

Sve veća konkurencija na tržištu doprinosi povećanju kvalitete proizvoda i brzom prihvaćanju i usvajanju normi o kvaliteti određenog proizvoda. Uvođenjem normi ostvaruju se standardizirana kvaliteta proizvodnog procesa i standardizirana kvaliteta gotovog proizvoda. Proizvodi urađeni u skladu s propisanim normama imaju određenu kvalitetu, koja se lako može provjeravati.

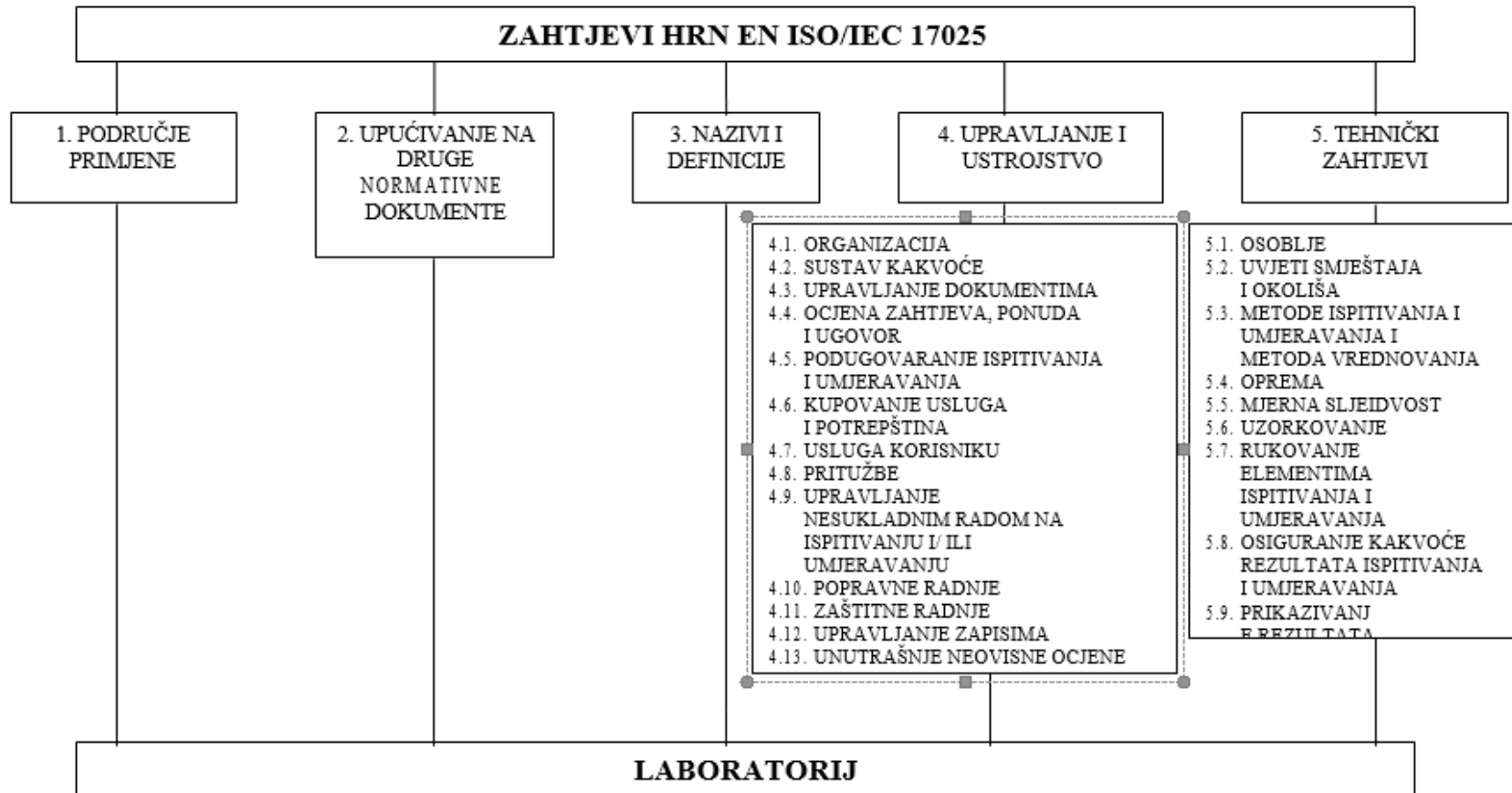
Akreditacija je potvrđivanje koje provodi treća strana, a odnosi se na tijelo za ocjenjivanje sukladnosti, dajući formalni dokaz njegove osposobljenosti za obavljanje određenih zadataka ocjenjivanja sukladnosti. Akreditacija ispitnih i umjernih laboratorija provodi se prema normi HRN EN ISO/IEC 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija. Provedenim postupkom akreditacije dokazuje se stručna i tehnička osposobljenost laboratorija. Proširenjem akreditacije laboratorij obogaćuje svoj asortiman usluga te je time konkurentniji na tržištu. Akreditacijom laboratorija povećava se povjerenje kod kupca zbog pouzdanosti rezultata te što su svi rezultati međunarodno priznati.

U ovom radu dan je detaljan pregled norme HRN EN ISO/IEC 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija te opis tvrtke Laboring d.o.o. iz Zagreba. Zbog potrebe proširenja akreditacije izrađene su procedure za umjeravanje.

2. HRVATSKA NORMA HRN EN ISO/IEC 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija

Međunarodnu normu ISO/IEC 17025 priredio je tehnički odbor ISO/CASCO, Odbor za ocjenu sukladnosti. Ta je međunarodna norma nastala kao rezultat velikog iskustva u primjeni ISO/IEC Uputa 25 i norme HRN EN 45001 koje ona sada zamjenjuje. Ona sadrži sve zahtjeve koje moraju zadovoljiti ispitni i umjernih laboratoriji ako žele dokazati da provode sustav upravljanja, da su tehnički osposobljeni, te da mogu davati tehnički valjane rezultate. Širenje uporabe sustava upravljanja općenito je povećalo potrebu za osiguranjem da laboratoriji koji čine dio većih organizacija ili nude druge usluge mogu primjenjivati sustav upravljanja kvalitetom za koji se smatra da zadovoljava normu ISO 9001 i tu međunarodnu normu. Stoga su u toj normi uključeni svi zahtjevi iz norme ISO 9001 koji su bitni za područje ispitivanja i umjeravanja koje obuhvaća sustav upravljanja kvalitetom laboratorija. [1]

Uporaba te međunarodne norme olakšat će suradnju između laboratorija i drugih tijela, te pomoći u razmjeni podataka i iskustava i usklađivanju norma i postupaka. [1] Na Slici 1. prikazani su svi zahtjevi koje ta norma sadrži. [2]



Slika 1: Ustrojstvo laboratorija prema normi HRN EN ISO/IEC 17025

2.1 Područje primjene

Ova norma utvrđuje opće zahtjeve za osposobljenost za provedbu ispitivanja, umjeravanja i uzorkovanja, a primjenjiva je za sve organizacije koje provode ispitivanja i umjeravanja bez obzira na vrste ispitivanja i umjeravanja, veličinu organizacije i opseg ispitivanja i umjeravanja. Ona obuhvaća ispitivanja i umjeravanja koja se provode uporabom normiranih metoda, nenormiranih metoda i metoda koje je razvio laboratorij. [1]

2.2 Upućivanje na druge norme

Kod primjene načela „upućivanja na norme” tehnički se zahtjevi ne uključuju u tehničke propise nego su oni dani upućivanjem na normu koja te zahtjeve utvrđuje.

Takvim se načinom:

- pojednostavnjuje i ubrzava zakonodavni proces
- tehnički napredak ne zahtijeva izmjenu propisa, mijenja se samo norma
- osigurava se bolja primjena tehničkih propisa, upućivanjem na iste, zajednički dogovorene međunarodne norme uklanjaju se razlike među nacionalnim tehničkim propisima različitih zemalja.

Za datirana upućivanja primjenjuje se samo navedeno izdanje. Za nedatirana upućivanja primjenjuje se najnovije izdanje dokumenta na koji se upućuje (uključujući sve dopune). Norme na koje se upućuje navedene su u bibliografiji. [1]

2.3 Nazivi i definicije

Za potrebe ove norme primjenjuju se odgovarajući nazivi i definicije dani u normi ISO/IEC 17000 i VIM-u. Opće definicije koje se odnose na kvalitetu dane su u normi ISO 9000, dok norma ISO/IEC 17000 daje definicije koje se posebno odnose na certifikaciju i akreditaciju laboratorija. Gdje se definicije dane u normi ISO 9000 razlikuju od onih u normi ISO/IEC 17000 i VIM-u, prednost se daje definicijama danim u normi ISO/IEC 17000 i VIM-u. [1]

2.4 Zahtjevi koji se odnose na upravljanje

Ispitni laboratorij mora biti stručno osposobljen za provedbu svih ispitivanja i umjeravanja iz svog područja djelovanja. Ustrojstvo laboratorija određuje radna mjesta svih djelatnika i suradnika prema njihovoj naobrazbi, stručnom znanju, te iskustvu koje su stekli tijekom rada. [2]

2.4.1. Organizacija

Laboratorij i njegovo osoblje ne smiju biti izvrgnuti poslovnom, financijskom ili bilo kakvom drugom pritisku koji bi mogao utjecati na njihovo stručno mišljenje i na rezultate ispitivanja. Sustav upravljanja u laboratoriju obuhvaća rad koji se provodi u stalnim objektima laboratorija, na terenu izvan stalnih objekata. [1]

Osoblje ili organizacije koje ne pripadaju laboratoriju ne smiju ni na koji način utjecati na rezultate ispitivanja ili pokusa. [1]

Laboratorij ima utvrđene odgovornosti, ovlasti i međusobne odnose svih osoba koje vode poslove, provode ili provjeravaju posao koji utječe na kvalitetu ispitivanja ili umjeravanja. Također je ustrojen tako da su njegova uprava i osoblje neovisni o svim poslovnim, financijskim i drugim pritiscima koji mogu štetno djelovati na kvalitetu njihova rada. [1]

2.4.2. Sustav upravljanja

Laboratorij mora uspostaviti, primijeniti te održavati sustav kvalitete prilagođen području svojih djelatnosti. On dokumentira svoju politiku, sustave, programe, postupke i upute u mjeri potrebnoj da se osigura kvaliteta rezultata ispitivanja i/ili umjeravanja. [1]

Politika sustava upravljanja koja se odnosi na kvalitetu, uključujući izjavu o politici kvalitete mora se utvrditi u priručniku za kvalitetu. Moraju se utvrditi sveukupni ciljevi i moraju se ocjenjivati tijekom upravnine ocjene. [1]

2.4.3. Upravljanje dokumentima

Laboratorij mora uspostaviti i održavati postupke upravljanja svim dokumentima koji su sastavni dio sustava kvalitete, kao što su propisi, norme, drugi normativni dokumenti, metode ispitivanja i/ili umjeravanja, te crteži, računalni programi, specifikacije, upute i priručnici. Dokumenti predstavljaju izjave o politici, postupcima, specifikacije, tablice za umjeravanje, grafikone, knjige, napomene, crteže, nacрте. [1]

2.4.4. Ocjena zahtjeva, ponuda i ugovora

Ocjena zahtjeva, ponuda i ugovora provodi se na praktičan i djelotvoran način, uzimajući u obzir financijske, zakonske i vremenske aspekte. [2]

2.4.5. Podugovaranje ispitivanja i umjeravanja

Kad laboratorij podugovara posao ili zbog nepredviđenih razloga (npr. radnog opterećenja, potrebe za dodatnim stručnim znanjem ili privremene nesposobnosti), ili na trajnoj osnovi (npr. trajnim podugovaranjem, asijskim sporazumima) taj posao ustupa se osposobljenom podugovaratelju. [1]

Laboratorij vodi popis svih podugovaratelja koji mu služe za ispitivanja i/ili umjeravanja za dotični posao i bilježi dokaze sukladnosti s ovom međunarodnom normom. [1]

2.4.6. Nabava usluga i potrepština

Laboratorij mora imati politiku i postupke za odabir i kupovanje usluga i potrepština koje upotrebljava, a koje utječu na kvalitetu ispitivanja i/ili umjeravanja. Za kupovanje, prihvatanje i skladištenje reagensa i laboratorijskih potrošnih materijala koji su bitni za ispitivanja i umjeravanja, moraju postojati postupci. [1]

2.4.7. Usluga kupcu

Laboratorij mora omogućiti korisnicima ili njihovim zastupnicima suradnju pri objašnjenju zahtjeva korisnika i nadzor nad radom laboratorija s obzirom na rad koji se provodi pod uvjetom da laboratorij čuva poslovne tajne drugih korisnika. [1]

2.4.8. Pritužbe

Laboratorij mora imati politiku i postupak za rješavanje pritužbi koje prima od kupaca ili drugih strana. Laboratorij mora voditi zapise o svim pritužbama i istraživanjima te o popravnim radnjama koje je poduzeo. [1]

2.4.9. Upravljanje nesukladnim radom na ispitivanju i/ili umjeravanju

U sustavu kvalitete i u tehničkim postupcima na različitim se mjestima utvrđuju nesukladnosti u radu ili problemi sa sustavom kvalitete ili s radom na ispitivanjima i/ili potvrđivanjima. Primjeri su pritužbe kupaca, upravljanje kvalitetom, provjera potrošnih materijala, umjeravanje mjerila i slično. [1]

2.4.10. Popravne radnje

Laboratorij mora utvrditi politiku i postupak te mora dodijeliti odgovarajuće ovlasti za provedbu popravnih radnja kad se utvrde nesukladnosti ili odstupanja od politika i postupaka u sustavu upravljanja ili tehničkom radu. Postupak popravnih radnji sastoji se od: analize uzorka, odabira i priprema popravnih radnji, nadzora popravnih radnji te dodatnih neovisnih ocjena. [1]

2.4.11. Preventivne radnje

Preventivna radnja je proaktivni proces kojim se utvrđuju mogućnosti poboljšanja, a ne reakcija na utvrđene probleme ili na pritužbe. Laboratorij mora utvrditi potrebna poboljšanja i moguće izvore nesukladnosti, bilo tehničke naravi ili koji se tiču sustava upravljanja. Kad su utvrđene mogućnosti za poboljšavanje ili ako su potrebne preventivne radnje, laboratorij mora osmisliti, primijeniti i nadzirati planove djelovanja kako bi se smanjila vjerojatnost pojave takvih nesukladnosti i iskoristile mogućnosti za poboljšanje. [1]

2.4.12. Upravljanje zapisima

Laboratorij mora uspostaviti i održavati postupke za utvrđivanje, prikupljanje, indeksiranje, pristup, punjenje, pohranjivanje, održavanje i raspolaganje zapisima o kvaliteti i tehničkim zapisima. Pod zapisima podrazumijevamo zapise o kvaliteti i tehničke zapise. [1]

Zapisi o kvaliteti nastaju pri provođenju audita, popravnih i zaštitnih radnji, pri evidentiranju podizvođenja, evidentiranja međulaboratorijskih ispitivanja, podnošenjem prigovora itd. Oni moraju obuhvaćati izvješća unutrašnjih neovisnih ocjena i upravnih ocjena te zapise o popravnim i preventivnim radnjama. [1]

Tehnički zapisi su skupljeni podaci i obavijesti koji nastaju pri provedbi ispitivanja i/ili umjeravanja i koji pokazuju postižu li se utvrđeni parametri kvalitete ili procesa. Oni mogu uključivati obrasce, ugovore, radne listove, radne knjige, upitnike, radne napomene, kontrolne grafikone, vanjske i unutrašnje ispitne izvještaje i potvrde o umjeravanju, kupčeve napomene, dokumente i povratne obavijesti. [1]

2.4.13. Unutrašnje neovisne ocjene

Unutrašnje neovisne ocjene provode se kako bi se provjerilo je li rad laboratorija u skladu sa zahtjevima sustava upravljanja i međunarodne norme HRN EN ISO/IEC 17025:2017, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija. Program unutrašnje neovisne ocjene

mora biti usmjeren na sve elemente sustava upravljanja uključujući ispitivanje i/ili umjeravanje. Područje rada koje se ocjenjuje, nalazi ocjene i popravne radnje koje su rezultat tih nalaza bilježe se. [1]

2.4.13. Upravine ocjene

Uprava laboratorija mora povremeno provoditi ocjenu sustava kvalitete laboratorija i ispitivanja i/ili umjeravanja kako bi se osigurala trajna prikladnost i djelotvornost, te uvodi potrebne promjene ili poboljšanja. [1]

2.5. Tehnički zahtjevi

Ispravnost i pouzdanost ispitivanja i/ili umjeravanja koja provodi laboratorij određuju mnogi čimbenici. Ti čimbenici obuhvaćaju doprinose [1]:

- ljudskih čimbenika
- uvjeta smještaja i okoliša
- metoda ispitivanja i umjeravanja te metoda vrednovanja
- opreme
- mjerne sljedivosti
- uzorkovanja
- rukovanja predmetima za ispitivanje i umjeravanje

Stupanj u kojem ti čimbenici doprinose ukupnoj mjernoj nesigurnosti znatno se razlikuje od jedne do druge vrste ispitivanja i umjeravanja. Laboratorij uzima te čimbenike pri razvoju metoda i umjeravanja, razvoju postupaka, pri školovanju i osposobljavanju osoblja te pri odabiru opreme koju upotrebljava za ispitivanja i umjeravanja. [1]

2.5.1. Osoblje

Uprava laboratorija u skladu sa zahtjevima osigurava stručnost i odgovarajuću naobrazbu svih koji rade s posebnom opremom, provode ispitivanja i/ili umjeravanja, vrednuju rezultate i potpisuju ispitne izvještaje i potvrde o umjeravanju. [2]

Nabava nove opreme i primjena računala zahtijevaju stalnu izobrazbu i osposobljavanje osoblja, pa laboratorij mora imati postupke za utvrđivanje potreba školovanja i osiguranje školovanja osoblja. Kad ispitivanja vrši osoblje koje se podvrgava školovanju, osigurava se odgovarajući nadzor pri ispitivanju i umjeravanju. Osoblje koje izvodi posebne zadatke osposobljeno je na temelju odgovarajuće izobrazbe, školovanja, iskustva i/ili dokazane uvježbanosti. Svaki djelatnik i suradnik poznaje opseg i granice svojih odgovornosti. [2]

2.5.2. Uvjeti smještaja i okoliša

Laboratorij osigurava da okolišni uvjeti ne narušavaju rezultate i štetno utječu na zahtijevanu kvalitetu mjerenja. [1]

Laboratorij nadzire i bilježi okolišne uvjete i njima upravlja. Primjerena pozornost posvećena je npr. biološkoj sterilnosti, prašini, elektromagnetskim smetnjama, zračenju, vlažnosti, temperaturi i razini buke i vibracija u skladu s dotičnim tehničkim radnjama. [1]

Tehnički zahtjevi za uvjete smještaja i okoliša koji mogu utjecati na rezultate ispitivanja i umjeravanja redovno se dokumentiraju. [1]

Susjedna područja u kojima se odvijaju nesukladne djelatnosti djelotvorno se odvajaju. Pristup područjima koja utječu na kvalitetu ispitivanja i/ili umjeravanja i njihova uporaba posebno su uređeni. [1]

2.5.3. Ispitne i umjerne metode i validacija metoda

U laboratoriju se upotrebljavaju odgovarajuće metode i postupci za sva ispitivanja i/ili umjeravanja u području njihova djelovanja. To su uzorkovanje, rukovanje, prijevoz, skladištenje i priprema

elemenata, koji se moraju ispitivati i/ili umjeravati i po potrebi procjena mjerne nesigurnosti te statističke metode za analizu podataka o ispitivanju i umjeravanju. [1]

Laboratorij mora imati upute za uporabu sve bitne opreme i rad s tom opremom te za rukovanje i pripremu elemenata za ispitivanje i/ili umjeravanje. Sve upute, norme, priručnici i referencijski podaci bitni za rad laboratorija ažuriraju se i lako su dostupni osoblju laboratorija. Odstupanje od metoda ispitivanja i umjeravanja može se dogoditi samo ako je to odstupanje dokumentirano, tehnički opravdano te ako je na njega pristao i prihvatio ga korisnik. [1]

2.5.3.1. Odabir metoda

Laboratorij upotrebljava metode ispitivanja i/ili umjeravanja, uključujući metode uzorkovanja, koje zadovoljavaju potrebe korisnika i koje su prikladne za ispitivanja i/ili umjeravanja koja on poduzima. Preporučena je uporaba metoda koje su objavljene u međunarodnim, regionalnim ili nacionalnim normama. Laboratorij osigurava uporabu najnovijih izdanja norma koje su na snazi ako to nije neprikladno ili nemoguće učiniti. Kad je potrebno, norma se dopuni dodatnim pojedinostima kako bi se osigurala usklađena primjena. Kad korisnik ne odredi metodu koju treba upotrebljavati, laboratorij odabire odgovarajuće metode objavljene u međunarodnim, regionalnim ili nacionalnim normama ili metode koje su objavile ugledne tehničke organizacije ili odgovarajuće znanstvene tekstove, časopise ili one koje je specificirao proizvođač opreme. Metode koje je razvio ili prihvatio laboratorij također se upotrebljavaju ako su prikladne za predviđenu uporabu i vrednovane. U upotrebi su još i nenormirane metode. One moraju biti predmet sporazuma s kupcem te moraju uključivati jasnu specifikaciju zahtjeva kupca i svrhu ispitivanja i/ili umjeravanja. O odabranoj metodi mora se obavijestiti korisnik. Laboratorij prije poduzimanja ispitivanja ili umjeravanja potvrđuje da može ispravno provoditi normirane metode. Ako se normirane metode mijenjaju, to se potvrđivanje ponavlja.

Laboratorij također obavještava korisnika kad smatra da je metoda koju je predložio korisnik neprikladna ili zastarjela. [1]

2.5.3.2. Validacija metoda

Validacija je potvrda ispitivanjem i prikupljanje objektivnoga dokaza da su ispunjeni osobiti

zahtjevi za posebnu predviđenu uporabu.

Laboratorij mora validirati nenormirane metode, metode koje je zamislio/razvio laboratorij, normirane metode koje se upotrebljavaju izvan njihova predviđenoga područja primjene te proširenja i preinake normiranih metoda kako bi potvrdio da su te metode prikladne za njihovu predviđenu uporabu. Validacija mora biti opširna onoliko koliko je to potrebno kako bi se zadovoljile potrebe dane primjene ili područja.

Laboratorij mora bilježiti dobivene rezultate, postupak upotrijebljen za validaciju te izjavu je li metoda prikladna za predviđenu uporabu.

Područje i točnost vrijednosti koji se mogu dobiti iz validiranih metoda (npr. nesigurnost rezultata, granice otkrivanja, selektivnost metode, linearnost, granice ponovljivosti i/ili obnovljivosti, neosjetljivost na vanjske utjecaje i/ili osjetljivost na smetnje iz matrice uzoraka/ispitivanog objekta) kako su ocijenjene za predviđenu uporabu moraju odgovarati potrebama kupaca. [1]

2.5.3.3. Procjena mjerne nesigurnosti

Ispitni laboratoriji koji provode svoja vlastita umjeravanja moraju primjenjivati postupak procjene mjerne nesigurnosti za sva umjeravanja i sve vrste umjeravanja.

Ispitni laboratorij ima postupke za procjenu mjerne nesigurnosti i mora primjenjivati te postupke. Razumna procjena temelji se na poznavanju radnih značajka metode i područja mjerenja te mora upotrebljavati na primjer prijašnja iskustva i podatke o vrednovanju. Kad se procjenjuje mjerna nesigurnost prikladnim metodama analize, moraju se uzeti u obzir sve sastavnice nesigurnosti koje su u danome slučaju važne. [1]

2.5.3.4. Upravljanje podacima

Proračuni i prijenos podataka na sustavan način podvrgavaju se odgovarajućim provjerama.

2.5.4. Oprema

Laboratorij mora biti opremljen svom opremom za kvalitetnu provedbu ispitivanja i/ili

umjeravanja. Radni prostor u kojemu se obavljaju ispitivanja ne utječe na rezultate ispitivanja niti šteti traženoj točnosti mjerenja.

Prostor u kojemu se obavljaju ispitivanja je održavan, zaštićen od topline, vlage, prašine, buke, vibracija, dovoljno prostran te opskrbljen svom potrebnom opremom i izvorima energije potrebnim za provedbu ispitivanja.

Oprema i njezina programska podrška koje se upotrebljavaju za ispitivanja, umjeravanja i uzorkovanja imaju zahtijevanu točnost i u skladu su sa specifikacijama koje su bitne za dotična ispitivanja i/ili umjeravanja.

Oprema se propisno održava (umjerava, kalibrira, pregledava, servisira), te za svaki dio opreme postoji predviđeno mjesto odlaganja i skladištenja. Za rad s opremom osiguravaju se zadnja izdanja programske podrške, uputa za upotrebu i održavanje. S opremom mora raditi ovlašteno osoblje koje je upoznato s uputom za rukovanje proizvođača opreme i sa svim pripadajućim uputama i podlogama (dijagrami, tablice i sl.). Umjeravanje opreme obavljaju ovlaštene organizacije.

2.5.5. Mjerna sljedivost

Sva se oprema koja se upotrebljava za ispitivanja i/ili umjeravanja prije stavljanja u rad umjerava. Laboratorij mora planirati i provoditi program umjeravanja opreme kako bi osigurao da umjeravanja i mjerenja koja laboratorij provodi budu sljediva prema Međunarodnom sustavu jedinica SI (Systeme International d' unite's). [2]

2.5.6. Uzorkovanje

Uzorkovanje je određeni postupak pri kojemu se dio tvari, materijala ili proizvoda uzima za ispitivanje ili umjeravanje reprezentativnog uzorka cjeline.

Laboratorij mora imati plan uzorkovanja i postupke za uzorkovanje kad provodi uzorkovanje tvari, materijala ili proizvoda koji se zatim ispituju ili umjeravaju. Plan uzorkovanja i postupak uzorkovanja moraju biti dostupni na mjestu gdje se uzorkovanje provodi. Planovi uzorkovanja moraju se kad god je to opravdano temeljiti na prikladnim statističkim metodama. Proces uzorkovanja mora se usmjeriti na čimbenike koje treba nadzirati da bi se osigurala valjanost

rezultata ispitivanja i umjeravanja. [1]

2.5.7. Rukovanje predmetima koji se ispituju i umjeravaju

Laboratorij mora imati postupke za prijevoz, prijem, rukovanje, zaštitu, skladištenje, čuvanje i raspolaganje elementima za ispitivanje i/ili umjeravanje.

Laboratorij također mora imati sustav označavanja elemenata. Oznake se drže tijekom života elemenata u laboratoriju. Da bi se tijekom skladištenja izbjeglo kvarenje, gubitak ili oštećenje elemenata koji se ispituju ili umjeravaju laboratorij mora imati prikladne prostore za postupke te opremu [1].

2.5.8. Osiguravanje kvalitete rezultata ispitivanja i umjeravanja

Laboratorij mora imati postupke za upravljanje kvalitetom i nadzor nad valjanošću poduzetih ispitivanja i umjeravanja. Odabrane metode prikladne su za vrstu i opseg poduzetoga posla.

Podaci kontrole kvalitete moraju se analizirati i kad se ustanovi da su izvan unaprijed utvrđenih kriterija, mora se poduzeti planirana radnja za ispravak problema i sprječavanje iskazivanja neispravnih rezultata. [1]

2.5.9. Prikazivanje rezultata

Rezultati svakog ispitivanja, umjeravanja ili niza ispitivanja ili umjeravanja koja provodi laboratorij prikazuju se točno, jasno, nedvosmisleno i objektivno te u skladu sa svim posebnim uputama u metodama ispitivanja ili umjeravanja.

Ti se rezultati obično prikazuju u ispitnom izvještaju ili potvrdi o umjeravanju, a obuhvaćaju sve podatke koje zahtijeva korisnik i koji su potrebni za tumačenje rezultata ispitivanja ili umjeravanja te sve podatke koje zahtijeva ta ispitna metoda.

U slučaju ispitivanja ili umjeravanja koja se provode za unutrašnje korisnike ili u slučaju pisanog sporazuma s korisnikom rezultati se daju na pojednostavnjen način. Svi podaci koji se ne daju u izvještaju korisniku su dostupni u laboratoriju koji provodi ispitivanja i/ili umjeravanja [1].

2.5.9.1. Ispitni izvještaji ili potvrde o umjeravanju

Svaki ispitni izvještaj ili potvrda o umjeravanju obuhvaća barem ove podatke [1]:

- naslov (npr. Ispitni izvještaj ili Potvrda o umjeravanju.)
- naziv i adresu laboratorija i mjesto na kojemu su provedena ispitivanja i/ili umjeravanja ako ispitivanje i/ili umjeravanje nije provedeno u sjedištu laboratorija
- jedinstvenu oznaku ispitnog izvještaja ili potvrde o umjeravanju (npr. redni broj) i na svakoj stranici oznaku kako bi se osiguralo da se stranica prepoznaje kao dio ispitnog izvještaja ili potvrde o umjeravanju te jasnu oznaku kraja ispitnog izvještaja ili potvrde o umjeravanju
- naziv i adresu korisnika
- oznaku upotrijebljene metode
- opis i stanje elementa (elemenata) koji se ispituje ili umjerava (ispituju ili umjeravaju) i njegovu (njihove) jednoznačnu oznaku (jednoznačne oznake)
- datum prijama elementa (elemenata) koji se ispituje ili umjerava, gdje je to kritično za valjanost i primjenu rezultata i datum(e) provedbe ispitivanja ili umjeravanja
- oznaku plana uzorkovanja i postupaka koje upotrebljava laboratorij ili druga tijela gdje su oni važni za valjanost ili primjenu rezultata
- rezultate ispitivanja ili umjeravanja, po potrebi, s mjernim jedinicama
- ime(na), funkciju (funkcije) i potpis(e) ili istovrijednu identifikaciju osobe koja je sastavila (istovrijedne identifikacije osoba koje su sastavile) ispitni izvještaj ili potvrdu o umjeravanju
- gdje je bitno, izjavu o djelovanju da se rezultati odnose samo na elemente koji se ispituju ili umjeravaju.

Osim navedenih zahtjeva, potvrde o umjeravanju moraju kad je to potrebno za tumačenje rezultata umjeravanja uključivati [1]:

- uvjete (npr. okolišne) u kojima su provedena umjeravanja koja imaju utjecaj na mjerne rezultate
- mjernu nesigurnost i/ili izjavu o sukladnosti s utvrđenom metrolozijskom specifikacijom

ili njezinim točkama

- dokaz o sljedivosti mjerenja

Potvrda o umjeravanju odnosi se samo na veličine i rezultate funkcionalnih ispitivanja. Ako se daje izjava o sukladnosti sa specifikacijom, naznačuje se koje su točke specifikacije zadovoljene, a koje nisu. Kad se izjava o sukladnosti sa specifikacijom daje bez mjernih rezultata i pridruženih nesigurnosti, laboratorij te rezultate zabilježi i čuva za moguća buduća pozivanja. Kad se daju izjave o sukladnosti u obzir se uzima mjerna nesigurnost. Kad se ugađa ili popravlja mjerilo koje služi za umjeravanje, daju se rezultati umjeravanja prije i poslije ugađanja ili popravka.

Potvrda o umjeravanju (ili naljepnica o umjeravanju) ne sadržava nikakve preporuke o razdoblju umjeravanja osim gdje je to dogovoreno s korisnikom [1].

2.5.9.2. Oblik izvještaja i potvrda

Oblik izvještaja formira se tako da bude prilagođen svakoj vrsti ispitivanja ili umjeravanja koja se provode te da se svede na najmanju mjeru mogućnost pogrešnog razumijevanja ili zlorabe. [1]

3. TVRTKA LABORING D.O.O. ZAGREB

3.1. Općenito o tvrtki

Laboratorij Laboring osnovan je 1994. godine, a već sljedeće 1995. godine dobiva ovlast od Državnog zavoda za normizaciju i mjeriteljstvo (danas Državni zavod za mjeriteljstvo) za ispitivanje i ovjeru mjerila u zakonskom mjeriteljstvu. To su: uređaji za mjerenje krvnog tlaka (humani tlakomjeri), humani termometri, medicinske injekcijske štrcaljke, fokometri i laboratorijska mjerila obujma. [3]

Tijekom vremena laboratorij se sve više profilira i kao umjerni laboratorij u područjima temperature, obujma, momenta sile i sile, te pokreće postupak akreditacije umjernog laboratorija prema HRN EN ISO/IEC 17025 pri Hrvatskoj akreditacijskoj agenciji. Postupak akreditacije završen je 2006. Tada Laboring postaje umjerni laboratorij s najviše akreditiranih područja u Republici Hrvatskoj. [3]

Već sljedeće 2007. godine Laboring dobiva proširenje područja akreditacije umjernog laboratorija kod Hrvatske akreditacijske agencije (HAA) na tlak i gustoću. Također, prema istoj normi (HRN EN ISO/IEC 17025) akreditira se i kao ispitni laboratorij, i to za ispitivanje fokometara. [3]

Danas je Laboring prema normi HRN EN ISO/IEC 17025 akreditirani umjerni laboratorij, a neprestanim poboljšavanjima u akreditiranim područjima želi dati što bolju uslugu svojim korisnicima. [3]

3.2. Područje akreditacije

U tehničkom mjeriteljstvu laboratorij djeluje sukladno zahtjevima hrvatske norme HRN EN ISO/IEC 17025 kao umjerni laboratorij za sljedeće fizikalne parametre i mjerila [4]:

- temperaturu
- obujam
- moment sile
- silu

- tlak
- gustoću
- duljinu
- temperaturne komore i peći
- termostatisane kupelji
- relativnu vlažnost
- frekvenciju – broj okretaja (centrifuge)

U Tablici 1. dani su detaljni podaci o području akreditacije. [5]

Tablica 1. Akreditirani postupci laboratorija Laboring

Br. No.	Mjerna veličina/ Mjerilo <i>Measurand / Calibration item</i>	Mjerno područje <i>Measurement range</i>	Mjerna sposobnost* <i>Calibration and measurement capability* (CMC)</i>	Metode umjeravanja <i>Calibration methods</i>	Napomene <i>Remarks</i>
1.	Duljina/ Pomična mjerila <i>Length/ Calibration of Vernier-callipers</i>	0 do/to 300 mm	$r = 0,01 \text{ mm:}$ $U = (8 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0051, izdanje/ <i>Issue</i> 04; 2016-09-15 (HRN EN ISO 13385-1:2012 (<i>ISO</i> 13385-12011; <i>EN</i> ISO13385-1:2011))	r – rezolucija mjerila r – <i>resolution of the instrument</i>
			$r = 0,02 \text{ mm:}$ $U = (13 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$		
			$r = 0,05 \text{ mm:}$ $U = (30 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$		
			$r = 0,1 \text{ mm:}$ $U = (58 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$		
2.	Duljina/ Umjeravanje mikrometara za mjerenje vanjskih dimenzija u dvije točke <i>Length/ Calibration of 2 point micrometers for outside measurements</i>	0 do/to 25 mm	$r = 0,001 \text{ mm}$ (digit. mikrometri/ <i>digital micrometers</i>) $U = (1,3 + 22 \cdot l) \mu\text{m}$ $l \text{ u/in m}$	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0052, izdanje/ <i>Issue</i> 04; 2016-09-15 (HRN EN ISO 3611:2010 (<i>ISO 3611:2010;</i> <i>EN ISO 3611:2010</i>))	r – rezolucija mjerila r – <i>resolution of the instrument</i>
			$r = 0,01 \text{ mm}$ (analog. mikrometri/ <i>analog micrometers</i>) $U = (5,8 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$		
			$r = 0,001 \text{ mm}$ (analog. mikrometri) $U = (0,8 + 22 \cdot l) \mu\text{m,}$ $l \text{ u/in m}$		

3.	Temperatura/ Stakleni termometri rastezanja <i>Temperature/ Liquid- in-glass thermometers</i>	-20 °C do/to 0 °C	$(0,03 - 0,0045 \cdot t) \text{ °C}$	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0020, izdanje/ <i>Issue</i> 9; 2016-07-06 LAB-PO-0021, izdanje/ <i>Issue</i> 08; 2016-07-06	Vodena/glikolna kupeľj Dubina uranjanja 125 mm. <i>Water/glycol bath Immersion depth 125 mm.</i>
		0 °C do/to 100 °C	$(0,03 + 0,0045 \cdot t) \text{ °C}$		Kupka sa silikonskim uljem <i>Bath with silicon oil</i>
		100 °C do/to 275 °C	0,07 °C		Suhi kalibrator. Dubina uranjanja 125 mm. <i>Dry block. Immersion depth 125 mm.</i>
		> 275 °C do/to 400 °C	1,4 °C		

Br. No.	Mjerna veličina/ Mjerilo <i>Measurand / Calibration item</i>	Mjerno područje <i>Measurement range</i>	Mjerna sposobnost* <i>Calibration and measurement capability* (CMC)</i>	Metode umjeravanja <i>Calibration methods</i>	Napomene <i>Remarks</i>
4.	Temperatura/ Termometri s direktnim očitanjem, s platinskim otporničkim osjetnicima <i>Temperature/ Direct reading thermometers which have resistance thermometers as sensors)</i>	-20 °C do/to 0 °C	$(0,03 - 0,0045 \cdot t) \text{ °C}$ uronjenje/ <i>immersion</i> > $20 \cdot D$	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0023, izdanje/ <i>Issue</i> 12; 2017-03-20	Vodena /glikolna kupeľj dubina = 125 mm <i>Water- glycol bath Immersion = 125mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		> 0 °C do/to +100 °C	$(0,03 + 0,0004 \cdot t) \text{ °C}$ uronjenje/ <i>immersion</i> > $20 \cdot D$		Kupka sa silikonskim uljem <i>Bath with silicon oil</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		> 100 °C do/to 275 °C	0,07 °C uronjenje/ <i>immersion</i> > $20 \cdot D$		Suhi kalibrator. Dubina uranjanja 125 mm <i>Dry block. Immersion depth 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		> 275 °C do/to 650 °C	1,4 °C uronjenje/ <i>immersion</i> > $20 \cdot D$		Suhi kalibrator. Dubina uranjanja 125 mm <i>Dry block. Immersion depth 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		50 °C do/to 650 °C	1,6 °C** uronjenje/ <i>immersion</i> > $20 \cdot D$		Suhi kalibrator. Dubina uranjanja 125 mm <i>Dry block. Immersion depth 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>

5.	Temperatura/ Termometri s direktnim očitanjem s termoparovima kao osjetnicima <i>Temperature/ Direct reading thermometers which have thermocouples as sensors</i>	-20 °C do/to 100 °C	0,6 °C uronjenje/immersion > 20 · D	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0023, izdanje/Issue 12; 2017-03-20	Vodena /glikolna kupelj dubina = 125 mm <i>Water- glycol bath Immersion = 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		100 °C do/to 275 °C	0,7 °C uronjenje/immersion > 20 · D		Kupka sa silikonskim uljem <i>Bath with silicon oil</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
		> 275 °C do/to 650 °C	1,6 °C uronjenje/immersion > 20 · D		Suhi kalibrator Dubina uranjanja 125 mm <i>Dry block. Immersion depth 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>

Br. No.	Mjerna veličina/ Mjerilo <i>Measurand / Calibration item</i>	Mjerno područje <i>Measurement range</i>	Mjerna sposobnost* <i>Calibration and measurement capability* (CMC)</i>	Metode umjeravanja <i>Calibration methods</i>	Napomene <i>Remarks</i>
6.	Temperatura/ Termometri s direktnim očitanjem s termoparovima kao osjetnicima <i>Temperature/ Direct reading thermometers which have thermocouples as sensors</i>	50 °C do/to 650 °C	1,8 °C uronjenje/immersion > 20 · D	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0023**, izdanje/Issue 12; 2017-03-20	Suhi kalibrator Dubina uranjanja 125 mm <i>Dry block. Immersion depth 125 mm</i> D- promjer termometra/ <i>thermometer diameter</i>
7.	Temperatura/ termostatirane komore i peći <i>Temperature/ Thermostatic chambers and furnaces</i>	-20 °C do/to 400 °C	1,0 °C	DKD-R 5-7**, 07/2004 LAB-PO-0053, izdanje/Issue 02 2015-03-11	V < 2000 l
		> 400 °C do/to 1000 °C	5 °C		

8.	Temperatura/ Termostatisane kupelji <i>Temperature/ Thermostatic baths</i>	-20 °C do/to 300 °C	0,05 °C	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO-0050**, izdanje/Issue 02, 2013-10-21	Određivanje odstupanja, horizontalnog i vertikalnog gradijenta, te stabilnosti u kupelji <i>Determination of deviation, horizontal and vertical gradient and stability in baths</i>
9.	Obujam/ Klipna mjerila obujma (klipne pipete) <i>Volume/ Piston operated volumetric apparatus (piston pipette)</i>	20 µL do/to 40 µL	1 %	HRN EN ISO 8655-6:2008 (ISO 8655-6:2002; EN ISO 8655-6:2002) HRN EN ISO 8655-6:2008/Isp.1: 2013(ISO 8655- 6:2002/Cor 1:2008; EN ISO 8655- 6:2002/AC:2009)	
		41 µL do/to 100 µL	0,5 %		
		101 µL do/to 20 mL	0,2%		
10.	Obujam/ Piknometri <i>Volume/ pycnometers</i>	1 mL do/to 100 mL	0,13 %		

Br. No.	Mjerna veličina/ Mjerilo <i>Measurand / Calibration item</i>	Mjerno područje <i>Measurement range</i>	Mjerna sposobnost* <i>Calibration and measurement capability* (CMC)</i>	Metode umjeravanja <i>Calibration methods</i>	Napomene <i>Remarks</i>
11.	Obujam/ Klipna mjerila obujma (dispeneri, klipne birete) <i>Volume/ Piston operated volumetric apparatus(dispenser, piston burettes)</i>	20 µL do/to 200 mL	0,2 %	HRN EN ISO 8655-6:2008 (ISO 8655-6:2002; EN ISO 8655-6:2002) HRN EN ISO 8655-6:2008/Isp.1: 2013(ISO 8655- 6:2002/Cor 1:2008; EN ISO 8655- 6:2002/AC:2009)	

12.	Obujam/ Laboratorijsko stakleno posuđe (pipete s jednom crtom, graduirane pipete, birete, tikvice, graduirani cilindri) <i>Volume/ Laboratory glassware(single- volume pipettes, graduated pipettes, burettes, volumetric flasks, graduated measuring cylinders)</i>	1 mL do/to 5000 mL	0,13 %	HRN EN ISO 4787: 2012 <i>(ISO 4787:2010; Ispr. Ver/Corr.ver. 2010-06-15; EN ISO:2011)</i>	
13.	Moment sile/ Moment ključevi <i>Torque/ Torque wrenches)</i>	7 Nm do/to 20 Nm	1,0 %	HRN EN ISO 6789:2009 <i>(ISO 6789:2003; EN ISO 6789:2003)</i>	
		21 Nm do/to 2000 Nm	0,5 %		
14.	Moment sile/ Testeri za moment ključeve <i>Torque/ Torque wrench testers</i>	5 Nm do/to 2000 Nm	0,2 %	EURAMET/ cg-14/ v. 2.0, 03/2011	Za tester s podjelom skale 0,1 Nm <i>For torque wrench tester with scale division of 0,1 Nm</i>
15.	Sila/ Tenziometri <i>Force/ Cable tensiometers</i>	5 N do/to 2750 N	0,1 %	Interni postupak <i>Internal procedure</i> LAB-PO- 0034:2006; izdanje/Issue 05; 2011-02-17	Upotreba etalonskih utega i određene čelične užadi <i>Use of standard weights and specific steel cables</i>
16.	Tlak/ Mjerila tlaka <i>Pressure/ Pressure gauges</i>	-0,95 bar do/to 1 bar	0,5 mbar	DKD-R 6- 1:2014**; (EURAMET/ cg-17/ v.2.0, 03/2011)	Tlačni medij: plin (dušik, zrak)/ <i>Pressure medium: gas (nitrogen, air)</i>
		1 bar do/to 100 bar	0,07 bar		Tlačni medij: voda <i>Pressure medium: water</i>
		100 bar do/to 690 bar	0,5 bar		

Br. No.	Mjerna veličina/ Mjerilo <i>Measurand / Calibration item</i>	Mjerno područje <i>Measurement range</i>	Mjerna sposobnost* <i>Calibration and measurement capability* (CMC)</i>	Metode umjeravanja <i>Calibration methods</i>	Napomene <i>Remarks</i>
17.	Gustoća/ Areometri <i>Density/ Hydrometers</i>	0,65 g cm ⁻³ do/to 1,15 g cm ⁻³	0,0003 g cm ⁻³	LAB-PO-0043, izdanje/Issue 06; 2016-07-01	

18.	Relativna vlažnost/ mjerila relativne vlažnosti <i>Humidity/relativa humidity gauges</i>	5 % do/to 95 %	5 %	LAB-PO-0055, izdanje/ <i>Issue</i> 02; 2015-03-12	
19.	Frekvencija/ Centrifuge s mjernim sustavom <i>Frequency/ Centrifuges with measuring system</i>	100 o/min do/to 9000 o/min	11,0 o/min	LAB-PO-0057**, izdanje/ <i>Issue</i> 03; 2016-07-05	
		9000 o/min do/to 30000 o/min	11,0 o/min		

3.3. Radni prostor

Laboratorijski prostori i oprema koji služe za umjeravanje (uključujući, ali ne ograničavajući se na energetske izvore, rasvjetu i okolišne uvjete), omogućuju ispravnu provedbu umjeravanja. Tijekom provedbe umjeravanja, poštuju se propisani zahtjevi specificirani u postupcima i radnim uputama, koji osiguravaju da se ne narušavaju rezultati ili štetno utječe na zahtijevanu kvalitetu mjerenja. [4]

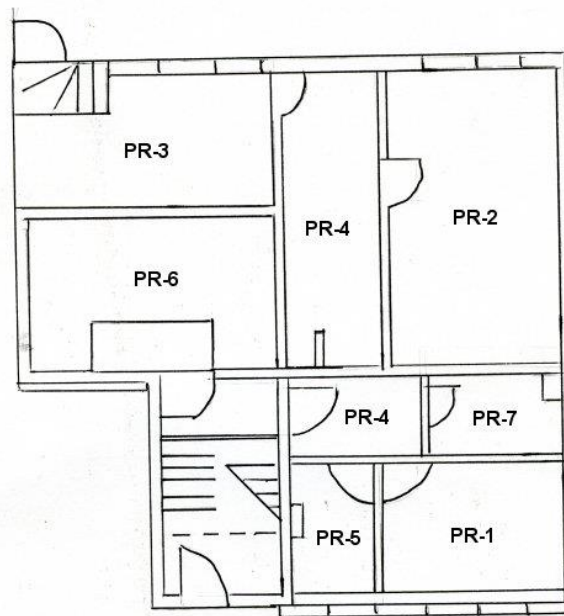
Radni prostor laboratorija, osim za provođenje samih umjeravanja, koristi se i za druge djelatnosti, kao što su: administrativni poslovi, arhiviranje dokumentacije, čuvanje i održavanje opreme, ali sve isključivo vezano za djelatnost laboratorija. Voditelj laboratorija odgovoran je za osiguranje i nadzor zadovoljavajućih uvjeta smještaja i okoliša. [4]

U radnom prostoru laboratorija nadziru se i bilježe okolišni uvjeti, te se njima upravlja prema uvjetima iz odgovarajućih specifikacija, metoda i postupaka. Posebna pozornost posvećuje se prašini, elektromagnetskim smetnjama, vlažnosti, električnom napajanju, temperaturi i razini buke i vibracija u skladu s dotičnim tehničkim radnjama. [4]

Laboratorij ima sedam prostorija od kojih je najveća „pretprostor“ veličine 24 m², iza koje slijedi laboratorij za temperaturu, tlak i relativnu vlažnost koji se prostire na 16 m², a svih 7 prostorija zajedno imaju ukupno 82,90 m², koje detaljnije prikazuje Tablica 2. Laboratorij se prostire u jednoj etaži. Tlocrt prostora prikazan je na Slici 2. [4]

Tablica 2. Prikaz površina radnog prostora

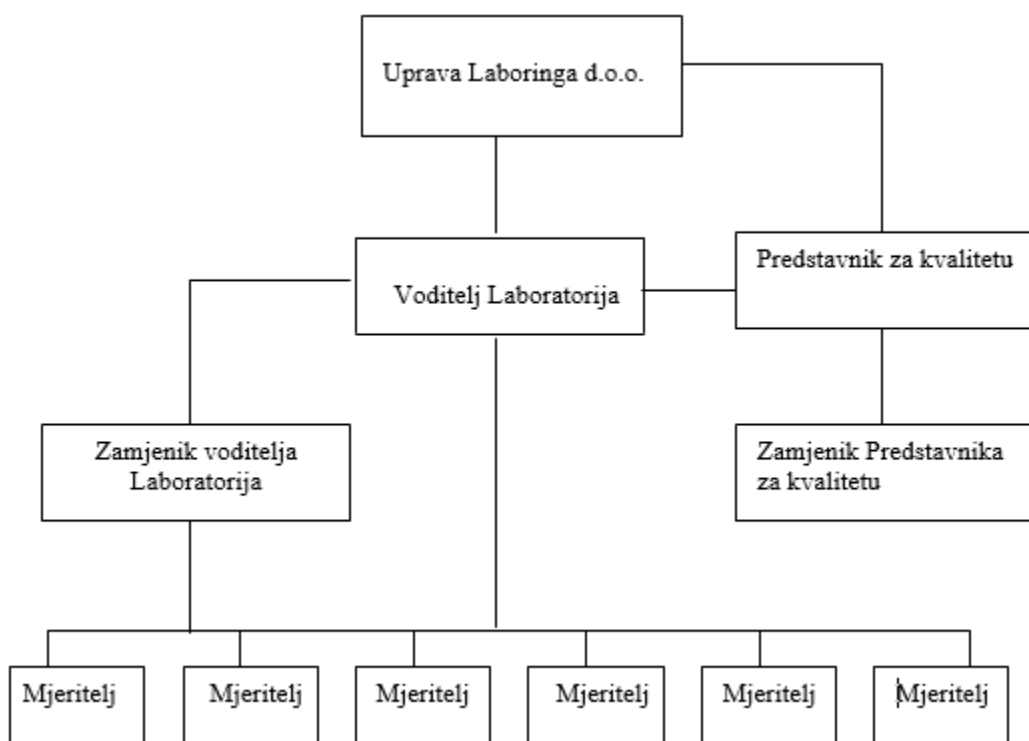
Prostorija	Namjena	Površina (m ²)
PR-1	Administracija, arhiva, biblioteka	10,90
PR-2	Laboratorij za temperaturu, tlak i relativnu vlažnost	16,00
PR-3	Laboratorij za moment sile i silu	11,40
PR-4	Pretprostor	24,00
PR-5	Sanitarni čvor	4,75
PR-6	Skladište	6,00
PR-7	Laboratorij za male objume, gustoću i duljinu	9,85
Ukupno		82,90

**Slika 2. Tlocrt radnog prostora**

3.4. Organizacija

Laboratorij je stručno osposobljen za provedbu poslova umjeravanja. Ustrojen je na način, da svaki djelatnik zna granice i opseg svoje odgovornosti, s ciljem da udovolji svim propisanim zahtjevima. Osoblje laboratorija ne smije ni na koji način svojom djelatnošću dovesti do gubitka povjerenja u neovisnost prosudbi laboratorija i njegov integritet. [4]

Na Slici 3. prikazana je shema ustroja laboratorija Laboring. [4]



Slika 3. Shema ustroja tvrtke

3.5. Matrica odgovornosti

U matrici odgovornosti jasno su definirani radni zadaci i odgovornosti između pojedinih djelatnika u upravljanju i radu laboratorija. Vidljive su interakcije i uloge pojedinog sudionika, odgovornog za pojedinu radnju. [4]

U Tablici 3. prikazana je matrica odgovornosti laboratorija Laboring.

Tablica 3. Matrica odgovornosti

MATRICA ODGOVORNOSTI	Uprava	Voditelj laboratorija	Predstavnik za kvalitetu	Zamjenik voditelja laboratorija	Mjeritelj
Izjava o politici kvalitete	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Organizacija	primarna	primarna	sekundarna	sekundarna	informacija
Održavanje sustava upravljanja kvalitetom	sekundarna	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna
Upravljanje dokumentima	sekundarna	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna
Ocjena zahtjeva, ponude i ugovora	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	informacija
Nabava usluga i potrepština	primarna	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Usluga korisniku	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Nesukladan rad	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Unutrašnje neovisne ocjene	sekundarna	sekundarna	primarna	sekundarna	informacija
Osooblje	primarna	primarna	sekundarna	sekundarna	informacija
Uvjeti smještaja i okoliša	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	informacija
Metode umjeravanja	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Oprema	sekundarna	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna
Imenovanje ključnog osoblja laboratorija	primarna	sekundarna	sekundarna	sekundarna	informacija

4. IZRADA RADNIH UPUTA ZA UMJERAVANJE

Da bi laboratorij mogao pravilno provoditi mjerenja, mjeritelj koji dolazi u kontakt s mjernom opremom 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, izrađuju se upute za umjeravanje s kojima bi se mjeritelj obavezno morao upoznati prije početka umjeravanja. Upute su izrađene prema zahtjevima sljedećih normi:

- DIN 863, Teil 4 (1999): Innenmeßschrauben; Begriffe, Anforderungen, Prüfung [6]
- ISO 463 (2006): Geometrical Product Specifications (GPS) - Dimensional measuring equipment -- Design and metrological characteristics of mechanical dial gauges [7]
- DIN 878 (2006-06): Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Mechanische Messuhren - Grenzwerte für messtechnische Merkmale [8]
- ISO 13225 (2012): Geometrical product specifications (GPS) -- Dimensional measuring equipment; Height gauges - Design and metrological characteristics [9]

Svaka uputa jasno daje opis mjernog sredstva sa svim bitnim dijelovima, popis sredstava koje je potrebno rabiti, opisuje kako iskazati mjernu nesigurnost kod umjeravanja, koji uvjeti okoline moraju biti zadovoljeni da bi umjeravanje bilo pravovaljano te detaljno opisuje kako pravilno ispuniti potvrdu o umjeravanju.

Radni listovi imaju za svrhu isključivo upisivanje rezultata mjerenja dobivenih prema radnoj uputi za zadano mjerno sredstvo. Kod svakog radnog lista najvažnije je navesti podatke koji su ključni za informaciju o dotičnom mjerilu, da su svi upisani podaci čitljivi i da nema dvosmislenosti kod navođenja informacija o stanju opreme i uvjetima u kojima je umjeravanje provedeno.

4.1. Izrada radne upute za trokraki mikrometar

4.1.1. Cilj i područje primjene

Radna uputa ima za cilj opisati način na koji se provodi umjeravanje trokrakih mikrometara s analognom i digitalnom skalom korak po korak u području od 0 mm do 100 mm, uključujući pripremu mjerenja, samo mjerenje, obradu mjernih rezultata i pisanje potvrde o umjeravanju.

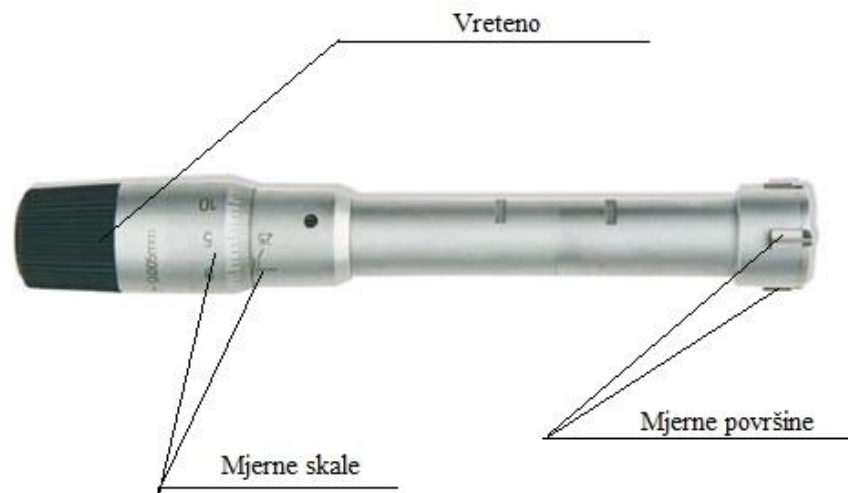
4.1.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor

Za postupak umjeravanja trokrakih mikrometara potrebno je imati:

- set kontrolnih prstena
- radni stol - fino brušena mramorna ploča
- uređaj za praćenje uvjeta okoliša
- računalo za obradu podataka

4.1.3. Nazivlje

Nazivlje vezano uz dijelove trokrakog mikrometra koji će se koristiti u ovom postupku dani su na Slici 4.



Slika 4. Trokraki mikrometar

4.1.4. Priprema mjerenja

- a) Mjeritelj uzima s police na kojoj se nalazi roba za ispitivanje trokraki mikrometar i postavlja ga na stol za mjerenje, odvaja radni list koji je bio pričvršćen za njega i upisuje svoje ime i prezime u polje „Mjeritelj“.
- b) Mjeritelj vrši vizualni pregled mjerila. Ako utvrdi neko vidljivo oštećenje ili nedostatak koji bi onemogućio umjeravanje ili ugrozio sigurnost osoblja laboratorija, mjeritelj prekida postupak i postupa prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.
Mjeritelj vizualno pregledava mjerne površine i provjerava ima li površina ikakve ogrebotine koje bi mogle utjecati na umjeravanje.

Mjeritelj provjerava skalu, pregledava je li bilo koja oznaka na skali izbrisana ili pohabana, te je li navedena rezolucija skale.

Ukoliko trokraki mikrometar ima digitalnu skalu, mjeritelj provjerava ima li površina ekrana ogrebotine, te jesu li svi brojevi na ekranu jasno vidljivi na svim mjernim položajima. Ukoliko su brojevi slabo vidljivi, zamjenjuje bateriju, te ponovo provjerava vidljivost na ekranu.

Mjeritelj provjerava ispravnost kočnice mikrometra te je li vreteno ispravno.

Mjeritelj ovisno o rezultatima prethodnog pregleda zaokružuje na radnom listu u rubrici „Vizualni i funkcionalni pregled mjerila“, jednu od navedenih opcija: zadovoljava / ne zadovoljava.

- c) Mjeritelj uzima set kontrolnih prstena te ih postavlja na radni stol pokraj mikrometra koje se umjerava minimalno jedan sat zbog temperaturne stabilizacije.
- d) Mjeritelj u radni list, Tablicu 1., stupac 1., upisuje referentne vrijednosti duljine na kojima će se provoditi umjeravanje. Upisuju se vrijednosti donje i gornje granice mjernog područja mikrometra te još tri dodatne točke između.

4.1.5. Provedba mjerenja

Napomena: Ako se u bilo kojem trenutku provedbe mjerenja na mjerilu utvrdi nešto što onemogućuje daljnje umjeravanje, mjeritelj postupa prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.

- a) Mjeritelj vrši kontrolu položaja nule na mikrometru tako da očita pokazivanje mikrometra kada su krakovi potpuno uvučeni i očitano vrijednost upisuje u radni list.
Mjeritelj uzima kontrolni prsten tako da njegov promjer odgovara jednom od promjera koji će se mjeriti te ga vrlo oprezno postavlja na radni stol uz mikrometar koji će se umjeravati. Pritom pazi da se ne koristi prstenom iznad kutije s ostalim prstenima, ne uzima dva prstena istovremeno iz kutije i osobito pazi da mu ne ispadne prsten čak ni na mekanu površinu.

- b) Mjeritelj u radni list upisuje datum i vrijeme u polje „Datum i vrijeme početka mjerenja“, te s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Ako mikrometar ima digitalnu skalu, mjeritelj upisuje razlučivost u za to predviđeno polje u radnom listu (1/2 najmanje podjele digitalne skale). Ako mikrometar ima analognu skalu, mjeritelj procjenjuje najmanji podjeljak skale koji je moguće procijeniti, odnosno razlučivost skale, i taj podatak upisuje u radni list.

Mjeritelj iz potvrde o umjeravanju za set mjernih prstena očitava stvarni promjer kontrolnog prstena. Dobivenu vrijednost upisuje u stupac 1. Tablice 1. radnog lista, a oznaku kontrolnog prstena upisuje u stupac 2.

Mjeritelj umeće krakove koji su namijenjeni određenom rasponu mjernog područja i postavlja ih unutar promjera koji želi izmjeriti. Okretanjem bubnja dovode se krakovi do širine mjerenja. Kada krakovi pritisnu površinu mjerenja još se nekoliko puta okrene bubanj da bi se osigurao dodir mjerne površine i krakova. Dobivene rezultate upisuje u stupac 3. Tablice 1. radnog lista. Mjeritelj ponavlja postupak pod točkama a) i c) za ostale predviđene točke umjeravanja. Mjeritelj očisti prstene finim medicinskim alkoholom i pamučnom vatom.

Nakon što obavi umjeravanje svih pet točaka, mjeritelj prelazi na određivanje ponovljivosti. Uzima jednu proizvoljnu točku u mjernom području i provodi pet uzastopnih mjerenja i rezultate upisuje u Tablicu 2. Rezultat je najveća razlika izmjerenih vrijednosti (f_w).

- c) Mjeritelj s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i u radnom listu ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Mjeritelj provjerava je li temperatura okoliša izlazila iz zadanih okvira u razdoblju od početka do završetka mjerenja. Dopuštene temperature su $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, a maksimalne varijacije temperature 1 °C po satu. Ukoliko su uvjeti okoliša bili ili su izlazili izvan zadanih granica, rezultati se u radnom listu križaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.

- d) Mjeritelj parafira radni list i daje ga na uvid voditelju laboratorija. Voditelj laboratorija pregledava radni list i ako ne utvrdi neku nepravilnost ili sumnjivi podatak, potpisom u polje „Odobrio“ odobrava radni list. Ukoliko voditelj laboratorija utvrdi neku nepravilnost ili sumnjivi podatak u radnom listu, stari se podaci poništavaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.
- e) Mjeritelj posprema mjerilo, kontrolne prstene i svu opremu kojom se koristio tijekom mjerenja.

4.1.6. Obrada mjernih podataka

- a) Pogreška f_{max} definirana je kao razlika aritmetičkih sredina najvećeg i najmanjeg odstupanja mikrometra dobivenih mjerenjem niza od pet kontrolnih prstena.
- b) Izračun mjerne nesigurnosti

Izraz za računanje mjerne nesigurnosti dan je matematičkim modelom:

$$E_x = d_{ix} - d_s + \delta l_{ix} + \delta d_m + \delta d_0 + D_s * \bar{\alpha} * \Delta t$$

gdje je:

- d_{ix} - očitavanje mikrometra
- d_s - promjer etalonskog prstena
- δd_{ix} - korekcija zbog očitavanja skale mikrometra
- δd_m - korekcija zbog mehaničkih utjecaja
- δd_0 - korekcija zbog postavljanja u nulu
- D_s - nominalni promjer etalonskog prstena
- $\bar{\alpha}$ - prosječni koeficijent toplinskog širenja
- Δt - utjecaj razlike temperature

Sastavljena mjerna nesigurnost računa se prema izrazu:

$$u_c(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 * u^2(x_i)$$

gdje je $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ koeficijent osjetljivosti, a $u(x_i)$ standardna mjerna nesigurnost svakog pojedinog izvora nesigurnosti.

Radi članova koji ovise o veličini D (promjeru etalonskog prstena) potrebno je napraviti linearizaciju pomoću početne i konačne vrijednosti, dobivene na temelju početka i kraja mjernog područja.

U Tablicama 4. i 5. dan je prikaz sastavnica standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja trokrakog mikrometra.

Tablica 4. Sastavnice standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja trokrakih mikrometara rezolucije 0,001 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, μm , D u m
$u(d_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	0,2 μm	1	Normalna	0,2
$u(d_s)$	Umjeravanje etalonskog prstena	0,35+1* D_s μm	1	Normalna	0,35+1* D_s
$u(\Delta t)$	Razlika temperatura	0,289 °C	$D_s*\bar{\alpha}$	Pravokutna	0,289*11,5 D_s
$u(\delta d_{ix})$	Očitanje skale	0,289 μm	1	Pravokutna	0,289
$u(\delta d_m)$	Mehanički utjecaji	1,155+2,309 D μm	1	Pravokutna	1,155+2,309 D
$u(d_0)$	Postavljanje u nulu	0,289	1	Pravokutna	0,289
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :			$u_c=(1,3+2,6D)$ μm , D u m		
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U , $k=2$, $P=95\%$			$U=(2,6+5,2D)$ μm , D u m		

Tablica 5. Sastavnice standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja trokrakog mikrometra rezolucije 0,01 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, μm , D u m
$u(d_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	0,3 μm	1	Normalna	0,3
$u(d_s)$	Umjeravanje etalonskog prstena	0,35+1* D_s μm	1	Normalna	0,35+1* D_s
$u(\Delta t)$	Razlika temperatura	0,289 °C	$D_s*\bar{\alpha}$	Pravokutna	0,289*11,5 D_s
$u(\delta d_{ix})$	Očitanje skale	1,155, μm	1	Pravokutna	1,155
$u(\delta d_m)$	Mehanički utjecaji	1,155+2,309 D μm	1	Pravokutna	1,155+2,309 D
$u(d_0)$	Postavljanje u nulu	1,155	1	Pravokutna	1,155
Sastavljena mjerna nesigurnost:			$u_c=(2,1+1,8D)$ μm , D u m		
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U , $k=2$, $P=95\%$			$U=(4,2+3,6D)$ μm , D u m		

4.1.7. Izrada potvrde o umjeravanju

- a) Mjeritelj uzima prazan obrazac potvrde o umjeravanju i stavlja ga u pisač umjesto praznog papira.
- b) Mjeritelj na računalu otvara dokument potvrde o umjeravanju. Kada se datoteka prikaže na zaslonu računala, u predviđena polja na str. 1., upisuju se na hrvatskom i engleskom jeziku sljedeći podaci:

Potvrda o umjeravanju br. / Calibration Certificate no.

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Ime i adresa naručitelja / Clients name and address

Upisuje se puno ime i adresa naručitelja.

Mjerilo / Object

Upisuje se o kojem je mjerilu riječ (mikrometar, pomična mjerka / *micrometer, vernier calliper*).

Raspon i najmanja podjela mjerila / Range and subdivision of the object

Upisuje se raspon radnog područja mjerila duljine i najmanja podjela mjerila.

Proizvođač / Manufacturer

Upisuje se jednoznačno ime proizvođača mikrometra.

Tip / Type

Upisuje se tip (model) mikrometra.

Serijski broj / Serial no.

Upisuje se serijski broj mikrometra.

Datum umjeravanja / Date of calibration

Upisuje se datum završetka mjerenja iz radnog lista.

Metoda umjeravanja / Calibration method

Upisuje se sljedeće:

Umjeravanje se provodi akreditiranim postupkom prema normi DIN 863, Teil 4. / Calibration is performed by accredited procedure according to standard DIN 863, Part 4.

Dokaz o sljedivosti / Traceability proof

Upisuje se sva oprema rabljena pri umjeravanju koja je ključna za sljedivost, uključujući proizvođača, tip, serijski broj, te dokad je umjerena i u kojem laboratoriju.

Datum izdavanja / Issue date

Upisuje se datum izdavanja potvrde o umjeravanju.

Mjeritelj / Person in charge

Upisuje se ime i prezime mjeritelja koji je izvršio umjeravanje.

Voditelj laboratorija / Head of laboratory

Upisuje se ime i prezime voditelja laboratorija.

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

c) U predviđena polja na str. 2. upisuju se sljedeći podaci:

Mjesto umjeravanja / Calibration location

Upisuje se naziv institucije i adresa na kojoj je izvršeno umjeravanje.

Uvjeti okoliša / Environmental conditions

Temperatura / Temperature

Tlak / Pressure

Relativna vlažnost / Relative humidity

Upisuju se podaci o odgovarajućim uvjetima okoliša iz radnog lista.

Mjerna nesigurnost / Uncertainty of measurement

Upisuje se sljedeći tekst:

Rezultati su izraženi u obliku ($x = \bar{x} \pm U$) gdje je U proširena ($k=2$) mjerna nesigurnost. Navedena se mjerna nesigurnost daje kao standardna mjerna nesigurnost pomnožena faktorom pokrivanja $k=2$, koji za normalnu razdiobu odgovara vjerojatnosti pokrivanja od približno 95 %. Standardna mjerna nesigurnost određena je u skladu s publikacijom EA-4/02 M. Kod umjeravanja se ne uzimaju u obzir moguće promjene umjeravanog predmeta kroz dulji period.

Results are stated in the form ($x = \bar{x} \pm U$) where U stands for expanded ($k=2$) uncertainty of measurement. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a t -distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA-4/02 M publication. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations

U zadnjem retku str. 2. unosi se:

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

- d) Datoteka se ispiše na papire umetnute ranije u pisač.
- e) Na prvu stranicu potvrde o umjeravanju stavlja se sjajna aluminijska naljepnica u obliku zvijezde i preko svih stranica na nju se stavlja suhi žig. U donjem desnom kutu potvrde o umjeravanju, ispod oznake M. P. stavlja se žig laboratorija.
- f) Iz registratora se uzima jedna umjerna naljepnica i na nju se upisuje broj potvrde o umjeravanju, datum umjeravanja i paraf mjeritelja. Ispunjena umjerna naljepnica pričvršćuje se na mjerilo, na vidljivo mjesto.
- g) Tako ispunjenu potvrdu o umjeravanju mjeritelj potpisuje i nakon toga daje voditelju laboratorija koji je nakon provjere podataka također potpisuje.
- h) Kada je postupak umjeravanja i izrade potvrde o umjeravanju završen za sva mjerila vezana za danu primku, u fotokopirnom stroju napravi se jedna kopija svake potvrde o umjeravanju i odlaže u registrator. Original se s robom predaje naručitelju.
- i) Mjeritelj uzima prazni obrazac otpremnice iz registratora i u skladu s primkom i radnim listovima ispunjava polja:
- Naziv tvrtke
 - Naziv robe
 - Proizvođač
 - Tip
 - Komada
 - Predana dokumentacija
 - Napomena

Otpremnica se kopira u fotokopirnom stroju, original i kopija stavljaju se u plastičnu košuljicu, te pričvrste uz robu opisanu u otpremnici, koja se zatim odlaže na mjesto označeno natpisom „Roba za otpremu“.

4.1.8. Veza s drugim dokumentima

- DIN 863, Teil 4 (1999): Innenmeßschrauben; Begriffe, Anforderungen, Prüfung
- EA-4/02 M: Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration, 2013. [7]

Izradio:	Pregledao:	Odobrio:	Primjena od:
----------------------------	------------------------------	----------------------------	--------------

4.2. Izrada radne upute za mjernu uru

4.2.1 Cilj i područje primjene

Radna uputa ima za cilj opisati način na koji se provodi umjeravanje mjernih ura s analognom i digitalnom mjernom skalom od 0 mm do 20 mm uključujući pripremu mjerenja, samo mjerenje, obradu mjernih rezultata i pisanje potvrde o umjeravanju.

4.2.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor

Za postupak umjeravanja pomičnih mjerila potrebno je imati:

- etalonski set planparalelnih graničnih mjerki
- uređaj za ispitivanje mjernih ura
- radni stol - fino brušena mramorna ploča
- pamučnu krpicu
- uređaj za praćenje uvjeta okoliša
- računalo za obradu podataka
- pisac

4.2.3. Nazivlje

Nazivlje koje se rabi u ovoj uputi prikazano je na Slici 5.



Slika 5. Mjerna ura

4.2.4. Priprema mjerenja

- a) Mjeritelj uzima mjernu uru s police na kojoj se nalazi roba za ispitivanje i postavlja ju na stol za mjerenje, odvaja radni list koji je bio pričvršćen za nju i upisuje svoje ime i prezime u polje „Mjeritelj“.
- b) Mjeritelj vrši vizualni pregled mjerne ure. Ako utvrdi neko vidljivo oštećenje ili nedostatak koji bi onemogućio umjeravanje ili ugrozio sigurnost osoblja laboratorija, mjeritelj prekida postupak i postupa prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.
Mjeritelj vizualno pregledava mjerne površine i provjerava ima li površina ikakve ogrebotine koje bi mogle utjecati na umjeravanje.
Mjeritelj provjerava skalu, pregledava je li bilo koja oznaka na skali izbrisana ili pohabana.
Mjeritelj provjerava zamjenjivost mjerne kapice te okreće mjernu skalu da provjeri je li moguće postavljanje u nulu.
Mjeritelj provjerava ispravnost tolerancijskog kalibratora.

Mjeritelj ovisno o rezultatima prethodnog pregleda zaokružuje na radnom listu u rubrici „Vizualni i funkcionalni pregled mjerila“, jednu od navedenih opcija: zadovoljava / ne zadovoljava.

- c) Mjeritelj uzima komplet etalona duljine i uređaj za ispitivanje mjernih ura, te ih postavlja na radni stol pokraj mjerne ure koja se umjerava da stoje jedan do drugoga u prostoriji u kojoj se vrši umjeravanje, minimalno jedan sat zbog temperaturene stabilizacije.
- d) Mjeritelj u radni list, Tablicu 1., stupac 1., upisuje nominalne duljine na kojima će se provoditi umjeravanje.

U Tablici 1. dane su mjerne točke kod umjeravanja mjerne ure u rasponu 0 mm do 20 mm.

Tablica 6. Mjerne točke kod umjeravanja mjerne ure

Mjerno mjesto	Mjerne točke s obzirom na mjerno područje ure, mm				
	3	5	10	15	20
1	0	0	0	0	0
2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
6	1	1	1	1	1
7	1,2	1,4	1,9	2,4	2,9
8	1,4	1,8	2,8	3,8	4,8
9	1,6	2,2	3,7	5,2	6,7
10	1,8	2,6	4,6	6,6	8,6
11	2	3	5,5	8	10,5
12	2,2	3,4	6,4	9,4	12,4
13	2,4	3,8	7,3	10,8	14,3
14	2,6	4,2	8,2	12,2	16,2
15	2,8	4,6	9,1	13,6	18,1
16	3	5	10	15	20

4.2.5. Provedba mjerenja

Napomena: Ako se u bilo kojem trenutku provedbe mjerenja s mjernom urom utvrdi nešto što onemogućuje daljnje umjeravanje, mjeritelj postupa prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.

- a) Mjeritelj uzima uređaj za ispitivanje mjernih ura te planparalelne granične mjerke tako da njihova nominalna vrijednost ili kombinacija više njih odgovara vrijednostima koje su upisane u radnom listu, te ih vrlo oprezno postavlja na radni stol uz mjerilo koje će se umjeravati. Pritom pazi da se ne koristi graničnim mjerkama iznad kutije s ostalim mjerkama, ne uzima dvije mjerke istovremeno iz kutije i osobito pazi da mu ne ispadne granična mjerka čak ni na mekanu površinu.

Ako će biti potrebno više planparalelnih graničnih mjerki, mjeritelj ih uzima iz kutije, pažljivo obriše finom pamučnom krpicom ili papirom za čišćenje optike i benzinom za čišćenje tako da se skine masni zaštitni sloj na graničnoj mjerki. Takve potpuno čiste mjerke spoji jednu uz drugu s neoznačenim (mjernim) površinama okrenutim jedna prema drugoj.

- b) Mjeritelj u radni list upisuje datum i vrijeme u polje „Datum i vrijeme početka mjerenja“, te s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Mjeritelj procjenjuje najmanji podjeljak skale koji je moguće procijeniti, odnosno razlučivost skale, i taj podatak upisuje u radni list.

- c) U području od 0 mm do 10 mm mjeritelj uzima mjernu uru i učvršćuje ju u uređaj za ispitivanje mjernih ura, čije je ticalo spojeno na digitalni komparator koji prikazuje mjernu pogrešku. Uvijek se mora ostaviti prazni hod zbog podešavanja u nulu (50 µm do 100 µm).

Sva očitavanja provode se pri uvlačenju i izvlačenju ticala. Razlika između najveće pozitivne i negativne pogreške predstavlja mjernu pogrešku (f_{ges}). Dobivene vrijednosti mjeritelj upisuje u Tablicu 1. radnog lista.

Nakon izvršenog umjeravanja područja od 0 mm do 10 mm, mjeritelj prelazi na umjeravanje mjernog područja iznad 10 mm. Uzima mjernu uru i postavlja ju u nulti položaj te rabeći planparalelne granične mjerke provodi daljnja očitavanja. Razlika između najveće pozitivne i najveće negativne pogreške predstavlja ukupnu mjernu pogrešku (f_{ges}). Dobivene vrijednosti upisuje u Tablicu 1. radnog lista.

Nakon završetka umjeravanja područja iznad 10 mm mjeritelj prelazi na određivanje ponovljivosti. Ponovljivost se određuje na uređaju za ispitivanje mjernih ura. Izvršava se pet ponovljenih mjerenja na proizvoljno odabranom dijelu mjernog područja. Dobivene rezultate mjeritelj upisuje u Tablicu 2. radnog lista.

d) Mjeritelj s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i u radnom listu ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Mjeritelj provjerava je li temperatura okoliša izlazila iz zadanih okvira u razdoblju od početka do završetka mjerenja. Podaci o tim vremenima nalaze se u radnom listu. Dopuštene temperature su $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, a maksimalne varijacije temperature 1 °C po satu. Ukoliko su uvjeti okoliša bili ili su izlazili izvan zadanih granica, rezultati se u radnom listu križaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.

e) Mjeritelj parafira radni list i daje ga na uvid voditelju laboratorija. Voditelj laboratorija pregledava radni list i ako ne utvrdi neku nepravilnost ili sumnjivi podatak, potpisom u polje „Odobrio“ odobrava radni list. Ukoliko voditelj laboratorija utvrdi neku nepravilnost

ili sumnjivi podatak u radnom listu, stari se podaci poništavaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.

f) Mjeritelj posprema svu opremu kojom se koristio tijekom mjerenja.

4.2.6. Obrada mjernih podataka

a) Izraz za pogrešku mjerne ure dan je kao razlika između najveće pozitivne i negativne pogreške.

b) Izračun mjerne nesigurnosti

Izraz za računanje mjerne nesigurnosti dan je matematičkim modelom:

$E_x = l_{ix} - l_s + \delta l_{ix} + \delta l_m + \delta l_0 + L_s * \bar{\alpha} * \Delta t$, za ure mjernog područja do 10 mm

$E_x = l_{ix} - l_s + L_s + \delta l_{ix} + \delta l_m + \delta l_0 + L_s * \bar{\alpha} * \Delta t$, za ure mjernog područja od 10 mm do 20 mm

gdje je:

- l_{ix} - očitavanje mjerne ure
- l_s - duljina očitavanja na uređaju za ispitivanje mjernih ura
- δl_{ix} - korekcija zbog očitavanja mjerne skale
- δl_m - korekcija zbog mehaničkih utjecaja
- δl_0 - korekcija zbog postavljanja u nulu
- L_s - nominalna duljina etalona
- $\bar{\alpha}$ - prosječni koeficijent toplinskog širenja
- Δt - utjecaj razlike temperature

Sastavljena mjerna nesigurnost računa se prema izrazu:

$$u_c(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 * u^2(x_i)$$

gdje je $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ koeficijent osjetljivosti, a $u(x_i)$ standardna mjerna nesigurnost svakog pojedinog izvora nesigurnosti.

Radi članova koji ovise o veličini L (duljini etalona) potrebno je napraviti linearizaciju pomoću početne i konačne vrijednosti, dobivene na temelju početka i kraja mjernog područja.

U Tablicama 7., 8., 9., i 10. dan je prikaz sastavnica standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja mjerne ure.

Tablica 7. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja digitalnih mjernih ura rezolucije 0,001 mm i mjernog područja do 10 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, $\mu\text{m}, L$ u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	0,385 μm	1	Normalna	0,385
$u(l_s)$	Uređaj za ispitivanje mjernih ura	0,35	1	Normalna	0,35
$u(\Delta t)$	Temperaturna razlika	0,115 $^{\circ}\text{C}$	$L_s * \bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5 L_s
$u(\delta l_{ix})$	Očitanje	0,289 μm	1	Pravokutna	0,289
$u(\delta l_m)$	Mehanički utjecaji	0,173+2,309 L	1	Pravokutna	0,173+2,309 L
$u(\delta l_o)$	Postavljanje u nulu	0,289 μm	1	Pravokutna	0,289
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c=(0,7+0,4L) \mu\text{m}, L$ u m
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U :					$U=(1,4+0,8L) \mu\text{m}, L$ u m

Tablica 8. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja analognih mjernih ura rezolucije 0,01 mm mjernog područja do 10 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, μm , L u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	1,2 μm	1	Normalna	1,2
$u(l_s)$	Uređaj za ispitivanje mjernih ura	0,35	1	Normalna	0,35
$u(\Delta t)$	Temperaturna razlika	0,115 °C	$L_s * \bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5 L_s
$u(\delta_{ix})$	Očitavanje	1,44 μm	1	Pravokutna	1,44
$u(\delta_m)$	Mehanički utjecaji	0,173+2,309 L	1	Pravokutna	0,173+2,309 L
$u(\delta_o)$	Postavljanje u nulu	1,44 μm	1	Pravokutna	1,44
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c=2,4 \mu\text{m}$
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U :					$U=4,8 \mu\text{m}$

Tablica 9. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja digitalnih mjernih ura rezolucije 0,001 mm i mjernog područja do 20 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, μm , L u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	0,385 μm	1	Normalna	0,385
$u(l_s)$	Uređaj za ispitivanje mjernih ura	0,35	1	Normalna	0,35
$u(L_s)$	Umjeravanje planparalelne granične mjerke	0,1+1 $L \mu\text{m}$	1	Normalna	0,1+1 $L \mu\text{m}$
$u(\Delta t)$	Temperaturna razlika	0,115 °C	$L_s * \bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5 L_s
$u(\delta_{ix})$	Očitavanje	0,289 μm	1	Pravokutna	0,289
$u(\delta_m)$	Mehanički utjecaji	0,173+2,309 L	1	Pravokutna	0,173+2,309 L
$u(\delta_o)$	Postavljanje u nulu	0,289 μm	1	Pravokutna	0,289
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c=(0,7+0,4L) \mu\text{m}$, L u m
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U :					$U=(1,4+0,8L) \mu\text{m}$, L u m

Tablica 10. Sastavnice mjerne nesigurnosti u postupcima umjeravanja analognih mjernih ura rezolucije 0,01 mm mjernog područja do 20 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, μm , L u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	1,2 μm	1	Normalna	1,2
$u(l_s)$	Uređaj za ispitivanje mjernih ura	0,35	1	Normalna	0,35
$u(L_s)$	Umjeravanje planparalelne granične mjerke	0,1+1L μm	1	Normalna	0,1+1L μm
$u(\Delta t)$	Temperaturna razlika	0,115 °C	$L_s * \bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5L _s
$u(\delta_{ix})$	Očitanje	1,44 μm	1	Pravokutna	1,44
$u(\delta_m)$	Mehanički utjecaji	0,173+2,309L	1	Pravokutna	0,173+2,309L
$u(\delta_o)$	Postavljanje u nulu	1,44 μm	1	Pravokutna	1,44
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c=2,4 \mu\text{m}$
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost U :					$U=4,8 \mu\text{m}$

4.2.7. Izrada potvrde o umjeravanju

- Mjeritelj uzima prazan obrazac potvrde o umjeravanju i stavlja ga u pisač umjesto praznog papira.
- Mjeritelj na računalu otvara dokument potvrde o umjeravanju. Kada se datoteka prikaže na zaslonu računala, u predviđena polja na str. 1, upisuju se na hrvatskom i engleskom jeziku sljedeći podaci:

Potvrda o umjeravanju br. / Calibration Certificate no.

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Ime i adresa naručitelja / Clients name and address

Upisuje se puno ime i adresa naručitelja.

Mjerilo / Object

Upisuje se o kojem je mjerilu riječ (mjerna ura, pomična mjerka / *dial gauge, vernier calliper*).

Raspon i najmanja podjela mjerila / Range and subdivision of the object

Upisuje se raspon radnog područja mjerila duljine i najmanja podjela mjerila.

Proizvođač / Manufacturer

Upisuje se jednoznačno ime proizvođača mjerne ure.

Tip / Type

Upisuje se tip (model) mjerne ure.

Serijski broj / Serial no.

Upisuje se serijski broj mjerne ure.

Datum umjeravanja / Date of calibration

Upisuje se datum završetka mjerenja iz radnog lista.

Metoda umjeravanja / Calibration method

Upisuje se sljedeće:

Umjeravanje se provodi akreditiranim postupkom prema normi ISO 463/ Calibration is performed by accredited procedure according to standard ISO 463.

Dokaz o sljedivosti / Traceability proof

Upisuje se sva oprema rabljena pri umjeravanju koja je ključna za sljedivost, uključujući proizvođača, tip, serijski broj, te dokad je umjerena i u kojem laboratoriju.

Datum izdavanja / Issue date

Upisuje se datum izdavanja potvrde o umjeravanju.

Mjeritelj / Person in charge

Upisuje se ime i prezime mjeritelja koji je izvršio umjeravanje.

Voditelj laboratorija / Head of laboratory

Upisuje se ime i prezime voditelja laboratorija.

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

c) U predviđena polja na str. 2 upisuju se sljedeći podaci:

Mjesto umjeravanja / Calibration location

Upisuje se naziv institucije i adresa na kojoj je izvršeno umjeravanje.

Uvjeti okoliša / Environmental conditions

Temperatura / Temperature

Tlak / Pressure

Relativna vlažnost / Relative humidity

Upisuju se podaci o odgovarajućim uvjetima okoliša iz radnog lista.

Mjerna nesigurnost / Uncertainty of measurement

Upisuje se sljedeći tekst:

Rezultati su izraženi u obliku ($x = \bar{x} \pm U$) gdje je U proširena ($k=2$) mjerna nesigurnost. Navedena se mjerna nesigurnost daje kao standardna mjerna nesigurnost pomnožena faktorom pokrivanja $k=2$, koji za normalnu razdiobu odgovara vjerojatnosti pokrivanja od približno 95 %. Standardna mjerna nesigurnost određena je u skladu s publikacijom EA-4/02 M. Kod umjeravanja se ne uzimaju u obzir moguće promjene umjeravanog predmeta kroz dulji period.

Results are stated in the form ($x = \bar{x} \pm U$) where U stands for expanded ($k=2$) uncertainty of measurement. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a t -distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA-4/02 M publication. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations

U zadnjem retku str. 2. potvrde o umjeravanju, unosi se:

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

- d) Datoteka se ispiše na papire umetnute ranije u pisač.
- e) Na prvu stranicu potvrde o umjeravanju stavlja se sjajna aluminijska naljepnica u obliku zvijezde i preko svih stranica na nju se stavlja suhi žig. U donjem desnom kutu potvrde o umjeravanju, ispod oznake M. P. stavlja se žig laboratorija.
- f) Iz registratora se uzima jedna umjerna naljepnica i na nju se upisuje broj potvrde o umjeravanju, datum umjeravanja i paraf mjeritelja. Ispunjena umjerna naljepnica pričvršćuje se na mjerilo, na vidljivo mjesto.
- g) Tako ispunjenu potvrdu o umjeravanju mjeritelj potpisuje i nakon toga daje voditelju laboratorija koji je nakon provjere podataka također potpisuje.

- h) Kada je postupak umjeravanja i izrade potvrde o umjeravanju završen za sva mjerila vezana za danu primku, u fotokopirnom stroju napravi se jedna kopija svake potvrde o umjeravanju i odlaže u registrator. Original se s robom predaje naručitelju.
- i) Mjeritelj uzima prazni obrazac otpremnice iz registratora i u skladu s primkom i radnim listovima ispunjava polja
- Naziv tvrtke
 - Naziv robe
 - Proizvođač
 - Tip
 - Komada
 - Predana dokumentacija
 - Napomena

Otpremnica se kopira u fotokopirnom stroju, original i kopija stavljaju se u plastičnu košuljicu, te pričvrste uz robu opisanu u otpremnici, koja se zatim odlaže na mjesto označeno natpisom „Roba za otpremu“.

4.2.8. Veza s drugim dokumentima

- ISO 463 (2006): Geometrical Product Specifications (GPS) - Dimensional measuring equipment -- Design and metrological characteristics of mechanical dial gauges
- DIN 878 (2006-06): Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Mechanische Messuhren - Grenzwerte für messtechnische Merkmale
- EA-4/02 M: Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration, 2013.

Izradio:	Pregledao:	Odobrio:	Primjena od:
----------------------------	------------------------------	----------------------------	--------------

4.3 Izrada radne upute za visinomjer

4.3.1. Cilj i područje primjene

Radna uputa ima za cilj opisati način na koji se provodi umjeravanje visinomjera s digitalnom i analognom skalom od 0 mm do 500 mm korak po korak, uključujući pripremu mjerenja, samo mjerenje, obradu mjernih rezultata i pisanje potvrde o umjeravanju.

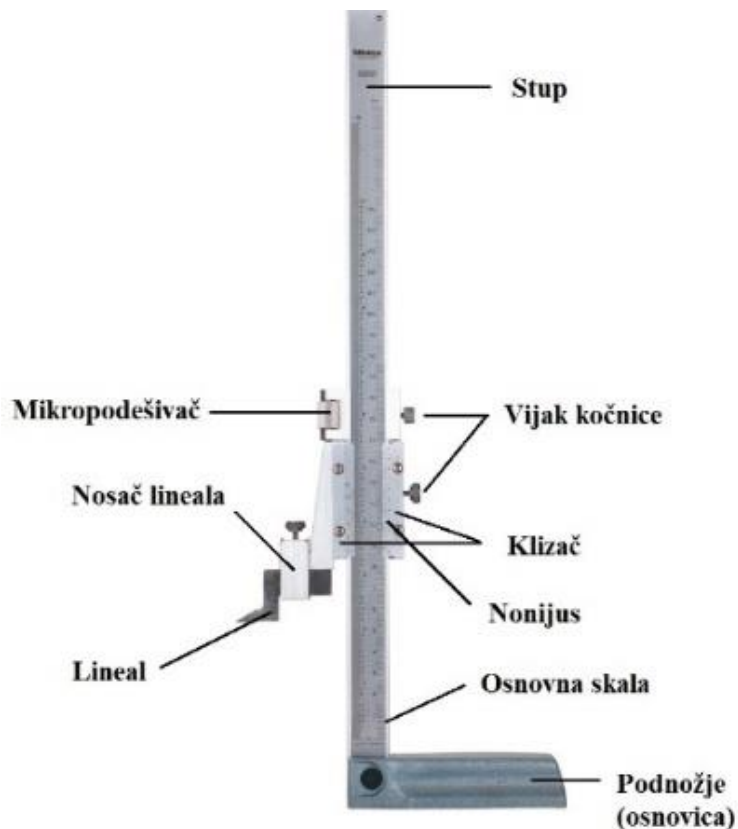
4.3.2. Potrebna laboratorijska oprema i pribor

Za postupak umjeravanja visinomjera potrebno je imati:

- etalonski set planparalelnih graničnih mjerki
- umjerenu mjernu ploču
- papir za čišćenje optike
- uređaj za praćenje uvjeta okoliša
- računalo za obradu podataka
- pisac

4.3.3. Nazivlje

Nazivlje koje se rabi u ovom postupku prikazano je na Slici 6.



Slika 6: Visinomjer

4.3.4. Priprema mjerenja

- Mjeritelj uzima visinomjer s police na kojoj se nalazi roba za ispitivanje i postavlja ga na stol za mjerenje, odvaja radni list koji je bio pričvršćen za njega i upisuje svoje ime i prezime u polje „Mjeritelj“.
- Mjeritelj vrši vizualni pregled mjerila. Ako utvrdi neko vidljivo oštećenje ili nedostatak koji bi onemogućio umjeravanje ili ugrozio sigurnost osoblja laboratorija, mjeritelj prekida postupak i postupa prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.

Mjeritelj vizualno pregledava mjerne površine i provjerava ima li površina ikakve ogrebotine koje bi mogle utjecati na umjeravanje.

Mjeritelj provjerava skalu, pregledava je li bilo koja oznaka na skali izbrisana ili pohabana, te je li navedena rezolucija skale.

Ukoliko visinomjer ima digitalnu skalu, mjeritelj provjerava ima li površina ekrana mjerila ogrebotine, te jesu li svi brojevi na ekranu jasno vidljivi na svim mjernim položajima.

Ukoliko su brojevi slabo vidljivi, mjeritelj zamjenjuje bateriju, te ponovo provjerava vidljivost na ekranu.

Kontrolu kočnice mjeritelj vrši provjerom navoja koji služi za funkcioniranje kočnice te provjerom mogućnosti fiksiranja da se izmjereni rezultat može fiksirati pri daljnjoj upotrebi. Kontrola kliznih staza vrši se laganim pomicanjem klizača od početne do krajnje vrijednosti u svrhu kontrole od oštećenja, nečistoća i potrošenosti.

Mjeritelj ovisno o rezultatima prethodnog pregleda zaokružuje na radnom listu u rubrici „Vizualni i funkcionalni pregled mjerila“, jednu od navedenih opcija: zadovoljava / ne zadovoljava.

- c) Mjeritelj uzima komplet etalona duljine te ih postavlja na mjernu ploču pokraj visinomjera koji se umjerava da stoje jedan do drugoga u prostoriji u kojoj se vrše umjeravanja, minimalno jedan sat zbog temperaturne stabilizacije.
- d) Mjeritelj u radni list, Tablicu 1, stupac 1., upisuje nominalne duljine na kojima će se provoditi umjeravanje.

4.3.5. Provedba mjerenja

Napomena: Ako se u bilo kojem trenutku provedbe mjerenja s mjerilom dogodi nešto što onemogućuje daljnje umjeravanje, mjeritelj postupi prema radnoj uputi za postupanje s neuvjetnim proizvodom.

- a) Mjeritelj vrši kontrolu položaja nule na visinomjeru tako da očita pokazivanje visinomjera kada ticalo visinomjera dodiruje mjernu ploču. Očitane vrijednosti upisuje u radni list.

Mjeritelj uzima planparalelnu graničnu mjerku ili više njih tako da njihova nominalna vrijednost ili kombinacija više njih odgovara duljinama koje su upisane u radnom listu te ih vrlo oprezno postavlja na mjernu ploču uz mjerilo koje će se umjeravati. Pritom pazi da se ne koristi graničnim mjerkama iznad kutije s ostalim mjerkama, ne uzima dvije mjerke istovremeno iz kutije i osobito pazi da mu ne ispadne granična mjerka čak ni na mekanu površinu.

Ako će biti potrebno više planparalelnih graničnih mjerki, mjeritelj ih uzima iz kutije, pažljivo obriše finom pamučnom krpicom ili papirom za čišćenje optike i benzinom za čišćenje tako da se skine masni zaštitni sloj na graničnoj mjerki. Takve potpuno čiste mjerke spoji jednu uz drugu s neoznačenim (mjernim) površinama okrenutim jedna prema drugoj na jedan od tri dolje navedena načina:

1. Ukoliko je riječ o debljim graničnim mjerkama, one se okrenu mjernim površinama jedna prema drugoj pod pravim kutom, tako da se lagano dodiruju centralnim dijelom. Gornja mjerka lagano se pritisne i istovremeno ju se zakreće sve dok mjerne površine ne ostvare puni kontakt.
2. Ukoliko je riječ o jednoj debljoj i jednoj tankoj graničnoj mjerki, tada se jedan kraj mjerne površine tanke mjerke lagano prisloni na početak mjerne površine deblje mjerke. Tada se tanka mjerka lagano gura preko deblje dok mjerne površine ne ostvare puni kontakt.
3. Ukoliko se koristi dvije ili više tankih graničnih mjerki, potreban je poseban oprez da ne dođe do savijanja pločica. Stoga se u početku rabi jedna deblja mjerka (minimalne debljine 15 mm) kao potpora da ne dođe do savijanja tankih mjerki. Preko nje se postavi prva tanka mjerka koja će se koristiti pri umjeravanju. Zatim se postavi druga mjerka na isti način kao i prva. Nakon što su postavljene sve tanke mjerke potrebne za umjeravanje, prva deblja granična mjerka se ukloni, te se može pristupiti umjeravanju.

Na taj su način planparalelne granične mjerke spojene s najmanjim mogućim međusobnim razmakom.

- b) Mjeritelj u radni list upisuje datum i vrijeme u polje „Datum i vrijeme početka mjerenja“, te s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i u radnom listu ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Ako visinomjer ima digitalnu skalu, mjeritelj upisuje razlučivost u za to predviđeno polje u radnom listu (1/2 najmanje podjele digitalne skale). Ako visinomjer ima analognu skalu, mjeritelj procjenjuje najmanji podjeljak skale koji je moguće procijeniti, odnosno razlučivost skale, i taj podatak upisuje u radni list.

- c) Mjeritelj iz potvrde o umjeravanju za set planparalelnih graničnih mjerki očita stvarnu duljinu granične mjerke. Dobivenu vrijednost upisuje se u stupac 2. Tablice 1. radnog lista. Ukoliko je upotrijebljeno više planparalelnih graničnih mjerki, tada je stvarna vrijednost jednaka zbroju stvarnih vrijednosti duljina pojedinih mjerki.

Mjeritelj postavlja držač mjernog ticala na malo veću vrijednost od duljine umjeravanja kako bi mogao postaviti graničnu mjerku (mjerke) ispod mjernog ticala. Zatim planparalelnu graničnu mjerku (mjerke) izmjeri pomoću visinomjera.

Mjeritelj ponavlja postupak pod točkama a) i c) u najmanje deset točaka u jednakim intervalima ovisno o mjernom području.

Nakon što obavi umjeravanje uzlazne i silazne serije visinomjera, mjeritelj prelazi na određivanje ponovljivosti. Uzima jednu proizvoljnu točku u mjernom području i provodi najmanje pet uzastopnih mjerenja i rezultate upisuje u Tablicu 2. Rezultat je najveća razlika izmjerenih vrijednosti (f_w).

Nakon završenog umjeravanja mjeritelj očisti planparalelne granične mjerke finom pamučnom krpicom i papirom za čišćenje optike, kapne kap zaštitnog ulja na mjerku te ju

posprema u kutiju, pritom pazeći da se ne ošteti na bilo koji način. Postupak ponavlja za sve rabljene mjerke.

d) Mjeritelj s uređaja za praćenje uvjeta okoliša očitava uvjete okoliša u laboratoriju za temperaturu i u radnom listu ispunjava polja:

- temperatura zraka
- tlak zraka
- relativna vlažnost

Mjeritelj provjerava je li temperatura okoliša izlazila iz zadanih okvira u razdoblju od početka do završetka mjerenja. Podaci o tim vremenima nalaze se u radnom listu. Dopuštene temperature su $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, a maksimalne varijacije temperature 1 °C po satu. Ukoliko su uvjeti okoliša bili ili su izlazili izvan zadanih granica, rezultati u radnom listu se križaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.

e) Mjeritelj parafira radni list i daje ga na uvid voditelju laboratorija. Voditelj laboratorija pregledava radni list i ako ne utvrdi neku nepravilnost ili sumnjivi podatak, potpisom u polje „Odobrio“ odobrava radni list. Ukoliko voditelj laboratorija utvrdi neku nepravilnost ili sumnjivi podatak u radnom listu, stari se podaci u radnom listu poništavaju i parafiraju, a umjeravanje se ponavlja.

f) Mjeritelj posprema visinomjer, etalone duljine i svu opremu kojom se koristio tijekom mjerenja.

4.3.6. Obrada mjernih podataka

a) Izraz za pogrešku visinomjera dan je kao razlika između očitavanja visinomjera i stvarne duljine planparalelne granične mjerke u uzlaznoj i silaznoj seriji. Mjeritelj računa pogrešku mjerila na svakoj točki umjeravanja. Rezultati se upisuju u stupce radnog lista.

b) Izračun mjerne nesigurnosti

Izraz za računanje mjerne nesigurnosti dan je matematičkim modelom:

$$E_x = l_{ix} - l_s + \delta l_{ix} + \delta l_0 + L_s \cdot \bar{\alpha} \cdot \Delta t$$

gdje je:

- l_{ix} - očitavanje visinomjera
- l_s - duljina etalona
- δl_{ix} - korekcija zbog očitavanja mjerne skale
- δl_m - korekcija zbog Abbeovog principa i mehaničkog utjecaja
- L_s - nominalna duljina etalona
- $\bar{\alpha}$ - prosječni koeficijent toplinskog širenja
- Δt - utjecaj razlike temperature

Sastavljena mjerna nesigurnost računa se prema izrazu:

$$u_c(y) = \sum_{i=1}^N c_i^2 \cdot u^2(x_i)$$

gdje je $c_i = \frac{\partial f}{\partial x_i}$ koeficijent osjetljivosti, a $u(x_i)$ standardna mjerna nesigurnost svakog pojedinog izvora nesigurnosti.

Radi članova koji ovise o veličini L (duljini etalona) potrebno je napraviti linearizaciju pomoću početne i konačne vrijednosti, dobivene na temelju početka i kraja mjernog područja.

U Tablicama 11. i 12. dan je prikaz sastavnica standardne nesigurnosti u postupku umjeravanja visinomjera.

Tablica 11. Sastavnice standardne nesigurnosti pri postupku umjeravanja visinomjera rezolucije 0,02 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, $\mu\text{m}, L$ u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	1,732 μm	1	Normalna	1,732
$u(L_{ref})$	Umjeravanje planparalelne granične mjerke	0,1+0,1 L_s μm	1	Normalna	0,1+1* L_s
$u(\Delta t)$	Razlika temperatura	0,115 °C	$L*\bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5 L
$u(\delta_{ix})$	Očitanje skale	2,89 μm	1	Pravokutna	2,89
$u(\delta_m)$	Abbeova pogreška i mehanički utjecaji	2,309+2,6 L μm	1	Pravokutna	2,309+2,6 L
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c = (4,1+1,8L) \mu\text{m}, L$ u m
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost $U, k=2, P=95\%$					$U = (8,2+3,6L) \mu\text{m}, L$ u m

Tablica 12. Sastavnice standardne nesigurnosti pri postupku umjeravanja visinomjera rezolucije 0,05 mm i 0,1 mm

Sastavnica standardne mjerne nesigurnosti	Izvor nesigurnosti	Iznos standardne nesigurnosti	Koeficijent osjetljivosti c_i	Razdioba	Doprinos mjernoj nesigurnosti, $\mu\text{m}, L$ u m
$u(l_{ix})$	Ponovljivost mjerenja	1,732 μm	1	Normalna	1,732
$u(L_{ref})$	Umjeravanje planparalelne granične mjerke	0,1+0,1 L_s μm	1	Normalna	0,1+1* L_s
$u(\Delta t)$	Razlika temperatura	0,115 °C	$L*\bar{\alpha}$	Pravokutna	0,115*11,5 L
$u(\delta_{ix})$	Očitanje skale	5,77 μm	1	Pravokutna	5,77
$u(\delta_m)$	Abbeova pogreška i mehanički utjecaji	2,309+2,6 L μm	1	Pravokutna	2,309+2,6 L
Sastavljena mjerna nesigurnost u_c :					$u_c = (6,5+1,2L) \mu\text{m}, L$ u m
Linearizirana proširena mjerna nesigurnost $U, k=2, P=95\%$					$U = (13+2,4L) \mu\text{m}, L$ u m

4.3.7. Izrada potvrde o umjeravanju

- a) Mjeritelj uzima prazan obrazac potvrde o umjeravanju i stavlja ga u pisac umjesto praznog papira.
- b) Mjeritelj na računalu otvara dokument potvrde o umjeravanju. Kada se datoteka prikaže na zaslonu računala, u predviđena polja na str. 1., upisuju se na hrvatskom i engleskom jeziku sljedeći podaci:

Potvrda o umjeravanju br. / Calibration Certificate no.

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Ime i adresa naručitelja / Clients name and address

Upisuje se puno ime i adresa naručitelja.

Mjerilo / Object

Upisuje se o kojem mjerilu je riječ (visinomjer, pomična mjerka / *height gauge, vernier calliper*).

Raspon i najmanja podjela mjerila / Range and subdivision of the object

Upisuje se raspon radnog područja mjerila duljine i najmanja podjela mjerila.

Proizvođač / Manufacturer

Upisuje se jednoznačno ime proizvođača visinomjera.

Tip / Type

Upisuje se tip (model) visinomjera.

Serijski broj / Serial no.

Upisuje se serijski broj visinomjera.

Datum umjeravanja / Date of calibration

Upisuje se datum završetka mjerenja iz radnog lista.

Metoda umjeravanja / Calibration method

Upisuje se sljedeće:

Umjeravanje se provodi akreditiranim postupkom prema normi ISO 13225. / Calibration is performed by accredited procedure according to standard ISO 13225.

Dokaz o sljedivosti / Traceability proof

Upisuje se sva oprema rabljena pri umjeravanju koja je ključna za sljedivost, uključujući proizvođača, tip, serijski broj, te dokad je umjerena i u kojem laboratoriju.

Datum izdavanja / Issue date

Upisuje se datum izdavanja potvrde o umjeravanju.

Mjeritelj / Person in charge

Upisuje se ime i prezime mjeritelja koji je izvršio umjeravanje.

Voditelj laboratorija / Head of laboratory

Upisuje se ime i prezime voditelja laboratorija.

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

c) U predviđena polja na str. 2. upisuju se sljedeći podaci:

Mjesto umjeravanja / Calibration location

Upisuje se naziv institucije i adresa na kojoj je izvršeno umjeravanje.

Uvjeti okoliša / Environmental conditions

Temperatura / Temperature

Tlak / Pressure

Relativna vlažnost / Relative humidity

Upisuju se podaci o odgovarajućim uvjetima okoliša iz *radnog lista*.

Mjerna nesigurnost / Uncertainty of measurement

Upisuje se sljedeći tekst:

Rezultati su izraženi u obliku ($x = \bar{x} \pm U$) gdje je U proširena ($k=2$) mjerna nesigurnost. Navedena se mjerna nesigurnost daje kao standardna mjerna nesigurnost pomnožena faktorom pokrivanja $k=2$, koji za normalnu razdiobu odgovara vjerojatnosti pokrivanja od približno 95 %. Standardna mjerna nesigurnost određena je u skladu s publikacijom EA-4/02 M. Kod umjeravanja ne uzimaju se u obzir moguće promjene umjeravanog predmeta kroz dulji period.

Results are stated in the form ($x = \bar{x} \pm U$) where U stands for expanded ($k=2$) uncertainty of measurement. The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k=2$, which for a t -distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95%. The standard uncertainty of measurement has been determined in accordance with EA-4/02 M publication. The reported uncertainty does not include an estimate of long-term variations

U zadnjem retku str. 2. potvrde o umjeravanju, unosi se:

Broj potvrde / Certificate number

Upisuje se broj identičan broju radnog lista.

Stranica broj/od ukupno / Page no./of:

Upisuje se broj dane stranice od ukupnog broja stranica Potvrde o umjeravanju.

Datum / Date

Upisuje se datum završetka mjerenja.

- d) Datoteka se ispiše na papire umetnute ranije u pisač.
- e) Na prvu stranicu potvrde o umjeravanju stavlja se sjajna aluminijska naljepnica u obliku zvijezde i preko svih stranica na nju se stavlja suhi žig. U donjem desnom kutu potvrde o umjeravanju, ispod oznake M. P. stavlja se žig laboratorija.
- f) Iz registratora se uzima jedna umjerna naljepnica i na nju se upisuje broj potvrde o umjeravanju, datum umjeravanja i paraf mjeritelja. Ispunjena umjerna naljepnica pričvršćuje se na mjerilo, na vidljivo mjesto.
- g) Tako ispunjenu potvrdu o umjeravanju mjeritelj potpisuje i nakon toga daje voditelju laboratorija koji je nakon provjere podataka također potpisuje.
- h) Kada je postupak umjeravanja i izrade potvrde o umjeravanju završen za sva mjerila vezana za danu primku, u fotokopirnom stroju napravi se jedna kopija svake potvrde o umjeravanju i odlaže u registrator. Original se s robom predaje naručitelju.
- i) Mjeritelj uzima prazni obrazac otpremnice iz registratora i u skladu s primkom i radnim listovima ispunjava polja
- Naziv tvrtke
 - Naziv robe
 - Proizvođač
 - Tip
 - Komada
 - Predana dokumentacija
 - Napomena

Otpremnica se kopira u fotokopirnom stroju, original i kopija stavljaju se u plastičnu košuljicu, te pričvrste uz robu opisanu u otpremnici, koja se zatim odlaže na mjesto označeno natpisom „Roba za otpremu“.

4.3.8. Veza s drugim dokumentima

- ISO 13225 (2012): Geometrical product specifications (GPS) -- Dimensional measuring equipment; Height gauges - Design and metrological characteristics
- EA-4/02 M: Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration, 2013.

Izradio:	Pregledao:	Odobrio:	Primjena od:
----------------------------	------------------------------	----------------------------	--------------

5. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu izrađene su procedure za umjeravanje trokrakih mikrometara, mjernih ura te visinomjera za ispitni i umjerna laboratorij Laboring iz Zagreba koji želi proširiti svoje akreditacijsko područje.

Laboratorij Laboring akreditirani je ispitni i umjerna laboratorij prema normi HRN EN ISO/IEC 17025, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija pa shodno tome ima razvijen sustav upravljanja kvalitetom. Uvođenjem ove međunarodne norme u laboratorij osigurava se poboljšanje kakvoće usluga, povećana motiviranost djelatnika, uspješniji timski rad, stalna izobrazba osoblja te poboljšavanje suradnje s naručiteljima.

Sve veći zahtjevi za kvalitetom proizvoda doprinose povećanju kvalitete proizvoda i brzom prihvaćanju i usvajanju standarda i normi o kvaliteti određenog proizvoda. Akreditacijom prema određenoj normi ostvaruju se standardizirana kvaliteta proizvodnog procesa i standardizirana kvaliteta gotovog proizvoda.

Primarni cilj izrade procedura za umjeravanje mjerne opreme jest unificiranje svakog postupka koji se obavlja s mjernom opremom ili na njoj te se time smanjuje pojava slučajnih pogrešaka kod mjerenja ili umjeravanja. Svaka uputa mora sadržavati opis mjernog sredstva sa svim bitnim dijelovima, popis sredstava koje je potrebno rabiti pri umjeravanju, opis računanja mjerne nesigurnosti, uvjeti okoline moraju biti zadovoljeni da bi umjeravanje bilo pravovaljano te detaljan opis kako pravilno ispuniti potvrdu o umjeravanju.

Radne upute i radni listovi za umjeravanje svoju svrhu nalaze i u eliminaciji mogućeg utjecaja mjeritelja ili postupka mjerenja na rezultat mjerenja. Time se uvelike pridonosi točnijem i preciznijem određivanju mjerene dimenzije.

Svaki ispitni ili mjeriteljski laboratorij teži da oprema kojom se koristi bude mjerodavna te sukladno tome mora provoditi radnje koje su propisane normama ili odgovarajućim dokumentima.

6. LITERATURA

- [1] HRN ISO/IEC 17025:2007, Opći zahtjevi za osposobljenost ispitnih i umjernih laboratorija, 5. izdanje, 2007.
- [2] Skoko M.: Ustrojstvo rada laboratorija prema HR EN 17025 – Diplomski rad, Zagreb, 2004.
- [3] <http://www.laboring.hr>
- [4] Priručnik za kvalitetu tvrtke Laboring, 14. izdanje, 2016.
- [5] <http://www.akreditacija.hr/registar>
- [6] DIN 863, Teil 4 (1999): Innenmeßschrauben; Begriffe, Anforderungen, Prüfung
- [7] EA-4/02 M: Evaluation of the Uncertainty of Measurement In Calibration, 2013.
- [8] ISO 463 (2006): Geometrical Product Specifications (GPS) - Dimensional measuring equipment -- Design and metrological characteristics of mechanical dial gauges
- [9] DIN 878 (2006-06): Geometrische Produktspezifikation (GPS) - Mechanische Messuhren - Grenzwerte für messtechnische Merkmale [8]
- [10] ISO 13225 (2012): Geometrical product specifications (GPS) -- Dimensional measuring equipment; Height gauges - Design and metrological characteristics [9]

7. PRILOZI

Prilog 1. Radni list za umjeravanje trokrakih mikrometara

PODACI O MJERILU:

Proizvođač: _____ Tip: _____

Serijski broj : _____ Radno područje: _____

PODACI O MJERENJU:

Mjeritelj: _____

Postupak: _____

Radna uputa: _____

Datum i vrijeme početka mjerenja: _____

Temp. zraka: _____ (°C) Tlak zraka: _____ (hPa) Rel. vlažnost zraka: _____ (%RH)

Razlučivost skale (za digitalnu skalu upisuje se 1/2 najmanje podjele): _____

VIZUALNI I FUNKCIONALNI PREGLED MJERILA:

Postoje identifikacijske oznake	Da	Ne
Neoštećene mjerne površine	Da	Ne
Krakovi mikrometra ravnomjerno se izvlače	Da	Ne
Baterija radi	Da	Ne
Kočnica ispravna	Da	Ne
Vreteno ispravno	Da	Ne
Napomene:		

ZADOVOLJAVA / NE ZADOVOLJAVA**KONTROLA NULE:** Očitanje mjerila (krakovi mikrometra uvučeni): _____ mm

Tablica 1. Mjerna pogreška

Referentna vrijednost, mm	Kontrolni prsten	Odstupanje mjerila, μm			Srednja vrijednost odstupanja, μm	Pogreška f_{max} , μm	Proširena mjerna nesigurnost U , μm
		1	2	3			

Tablica 2. Ponovljivost

Mjerenje broj	Referentna vrijednost, mm	Kontrolni prsten	Odstupanje, μm	Ukupna mjerna pogreška (f_w), μm
1				
2				
3				
4				
5				

Datum i vrijeme završetka mjerenja: _____

Temp. zraka: _____ ($^{\circ}\text{C}$) Tlak zraka: _____ (hPa) Rel. vlažnost zraka: _____ (%RH)

Mjeritelj:

Odobrio:

(potpis)_____
(potpis)

Prilog 2. Radni list za umjeravanje mjernih ura

PODACI O MJERNOJ URI:

Proizvođač: _____ Tip: _____

Serijski broj : _____ Radno područje: _____

PODACI O MJERENJU:

Mjeritelj: _____

Postupak: _____

Radna uputa: _____

Datum i vrijeme početka mjerenja: _____

Temp. zraka: _____ (°C) Tlak zraka: _____ (hPa) Rel. vlažnost zraka: _____ (%RH)

Razlučivost skale: _____

VIZUALNI I FUNKCIONALNI PREGLED MJERILA:

Postoje identifikacijske oznake	Da	Ne
Crte i brojevi mjerne skale su uočljivi	Da	Ne
Mjerna kapica može se mijenjati	Da	Ne
Ispravno funkcioniranje tolerancijskog kalibratora	Da	Ne
Mogućnost postavljanja u nulti položaj	Da	Ne
Napomene:		

ZADOVOLJAVA / NE ZADOVOLJAVA

Prilog 3. Radni list za umjeravanje visinomjera

PODACI O VISINOMJERU:

Proizvođač: _____ Tip: _____

Serijski broj : _____ Radno područje: _____

PODACI O MJERENJU:

Mjeritelj: _____

Postupak: _____

Radna uputa: _____

Datum i vrijeme početka mjerenja: _____

Temp. zraka: _____ (°C) Tlak zraka: _____ (hPa) Rel. vlažnost zraka: _____ (%RH)

Razlučivost skale (za digitalnu skalu upisuje se 1/2 najmanje podjele): _____

VIZUALNI I FUNKCIONALNI PREGLED MJERILA:

Postoje identifikacijske oznake	Da	Ne
Neoštećene mjerne površine	Da	Ne
Kočnica ispravna	Da	Ne
Klizač ispravan	Da	Ne
Napomene:		

ZADOVOLJAVA / NE ZADOVOLJAVA**KONTROLA NULE:****Očitanje mjerila : _____ mm**

Tablica 1. Mjerna pogreška:

Nominalna duljina, mm	Duljina etalona, mm	Očitavanje na visinomjeru – uzlazna serija, mm	Odstupanje visinomjera, μm	Očitavanje na visinomjeru – silazna serija, mm	Odstupanje visinomjera, μm

Tablica 2. Ponovljivost

Mjerenje broj	Izmjerena pogreška, μm	Ukupna mjerna pogreška (f_w), μm
1		
2		
3		
4		
5		

Datum i vrijeme završetka mjerenja: _____

Temp. zraka: _____ ($^{\circ}\text{C}$) Tlak zraka: _____ (hPa) Rel. vlažnost zraka: _____ (%RH)

Mjeritelj:

Odobrio:

(potpis)_____
(potpis)