



31.1.2012

3/421/2012

Jakelussa mainituille

## MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTITUTKINNON PERUSTEIDEN LUONNOS

Opetushallitus pyytää lausuntoa mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon perusteiden luonnoksesta työelämän eri tahoilta.

Lausuntoa pyydämme seuraavista asioista:

- tutkinnon perusteiden työelämälähtöisyydestä
- ammattitutkinnon muodostumisesta (luku 2)
- tutkinnon osien nimikkeistä
- ammattitutkinnossa vaadittavasta ammattitaidosta ja arvioinnin perusteista (luku 3), erityisesti luonnoksessa kuvatuista ammattitaitovaatimuksista, arvioinnin kohteista ja kriteereistä sekä ammattitaidon osoittamistavoista.

Työryhmä viimeistelee esityksensä saatujen lausuntojen pohjalta. Viimeistelyvaiheessa tarkastetaan myös tutkinnon perusteiden kieliasu. Näin ollen lausunnon antajat voivat keskittyä luonnoksen sisältöön.

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon perusteita on ollut uudistamassa työryhmä, jonka jäseninä ovat olleet:

Veli-Pekka Esala	Mittatekniikan keskus MIKES
Petteri Guttorm	Tampereen ammattiopisto
Martti Heinonen	Mittatekniikan keskus MIKES
Heikki Hoffren	Ramboll Analytics Oy
Jari Karhu	Etelä-Karjalan Mittauskeskus Oy
Jyrki Laaksonen	AEL
Paavo Lehtinen	Koestustekniikka Ky
Heikki Lehto	
Veikko Ollila	AEL
Aimo Pusa	Mittatekniikan keskus MIKES
Mikko Sipilä	Orion Oyj
Markku Sivonen	AEL
Pekka Törnqvist	Turun ammattikorkeakoulu
Lasse Tuurala	Inspecta Oy

Työskentelynsä aikana projektiryhmä on kuullut mittaustekniikan asiantuntijoita.

Tutkinnon perusteiden on tarkoitus tulla voimaan 1.8.2012 lähtien.



31.1.2012

3/421/2012

Lisätietoja antaa yli-insinööri Seppo Valio, seppo.valio@oph.fi.

Lausunnot pyydetään lähettämään 2.3.2012 mennessä osoitteella

Opetushallitus  
PL 380  
00531 Helsinki  
tai sähköpostitse kirjaamo@oph.fi

Tutkinnot -yksikön päällikkö

  
Sirkka-Liisa Kärki

Yli-insinööri

  
Seppo Valio

LIITE

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon perusteet –luonnos

JAKELU

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi	Jyväskylän ammattikorkeakoulu
Suomen ympäristökeskus SYKE	Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu
Metrologian neuvottelukunta	Metropolia Ammattikorkeakoulu
Beamex Oy	Saimaan ammattikorkeakoulu
Hantekno Oy	Satakunnan ammattikorkeakoulu
Nemko Oy	Savonia-ammattikorkeakoulu
Wexon Oy	Tampereen ammattikorkeakoulu
Ammattiliitto Pro ry	Turun ammattikorkeakoulu
Ammattiosaamisen kehittämissyhdystys AMKE ry	AEL
Energiateollisuus ry	Etelä-Kymenlaakson ammattiopisto
Kemianteollisuus ry	Helsingin tekniikan alan oppilaitos
Metallityöväen Liitto ry	Koulutuskeskus Sedu
Metsäteollisuus ry	Länsirannikon Koulutus Oy WinNova
Opetusalan ammattijärjestö OAJ ry	Oulun seudun ammattiopisto
Paperiliitto ry	Porvoon ammattiopisto
Suomen Automaatioseura ry	Savon ammatti- ja aikuisopisto
Suomen Mittaus- ja Sääteknillinen Yhdistys ry	Savonlinnan ammatti- ja aikuisopisto
Suomen Yrittäjät SY ry	Tampereen aikuiskoulutuskeskus
Teollisuusalojen ammattiliitto TEAM ry	Tampereen ammattiopisto
Teknologiateollisuus TT ry	Turun ammatti-instituutti
Automaatioasennuksen tutkintotoimikunta	Ylä-Savon ammattiopisto
Koneistuksen tutkintotoimikunta	
Mittaamisen ja kalibroinnin tutkintotoimikunta	

TIEDOKSI

Opetus- ja kulttuuriministeriö  
Opetushallitus/pääjohtaja  
Opetushallitus/AMKO, SV, YL

Näyttötutkinnon perusteet

MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTITUTKINTO 2011

Määräys xx/011/2012

# Sisältö

## MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTTUTKINTO 2011

1	NÄYTTÖTUTKINNOT	
1.1	Näyttötutkintojen järjestäminen.....	1
1.2	Näyttötutkinnon suorittaminen .....	1
1.3	Näyttötutkinnon perusteet.....	1
1.4	Henkilökohtaistaminen näyttötutkinnossa.....	1
1.5	Ammattitaidon arviointi näyttötutkinnossa.....	2
1.6	Todistukset.....	2
1.7	Näyttötutkintoon valmistava koulutus.....	3
2	MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTTUTKINNON MUODOSTUMINEN	
2.1	Mittaaajan ja kalibroijan ammattitutkinnossa osoitettava osaaminen.....	3
2.2	Mittaaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen.....	4
	A. Konepajamittaukset.....	4
	B. Konepajamittauslaitteiden kalibrointi.....	4
	C. Prosessin mittaukset ja kalibroinnit .....	5
3	MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTTUTKINNOSSA VAADITTAVA AMMATTTAITO JA ARVIOINNIN PERUSTEET.....	5
3.1	Mittaussuunnitelman laadinta	
	Ammattitaitovaatimukset.....	6
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	6
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	8
3.2	Mittaaminen käsimittausvälineillä	
	Ammattitaitovaatimukset.....	8
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	8
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	11
3.3	Mittaaminen 3D-koordinaattimittauskoneella	
	Ammattitaitovaatimukset.....	11
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	11
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	14
3.4	Mittaus mittauslaitteilla	
	Ammattitaitovaatimukset.....	14
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	15
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	20
3.5	Mittaus optisilla mittauslaitteilla	
	Ammattitaitovaatimukset.....	20
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	20
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	26
3.6	Kalibrointijärjestelmän suunnittelu	
	Ammattitaitovaatimukset.....	26
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	26
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	28
3.7	Käsimittausvälineiden kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	29
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	29
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	33
3.8	Mittauslaitteiden kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	34
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	34
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	38

3.9	3D-koordinaattimittauskoneen kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	38
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	38
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	40
3.10	Optisten mittauslaitteiden kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	40
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	40
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	44
3.11	Suureiden mittaaminen prosessissa	
	Ammattitaitovaatimukset.....	44
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	45
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	46
3.12	Raskaan ajoneuvokaluston tarkastuslaitteiden kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	47
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	47
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	49
3.13	Lämpötilan mittauslaitteiston kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	49
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	49
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	51
3.14	Paineen mittauslaitteiston kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	52
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	52
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	53
3.15	pH:n mittauslaitteiston kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	54
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	54
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	56
3.16	Johtokyvyn mittauslaitteiston kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	56
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	57
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	58
3.17	Ei-automaattisten vaakojen kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	59
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	59
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	61
3.18	Automaattisten vaakojen kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	61
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	61
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	66
3.19	Jarrudynamometrin kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	66
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	66
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	68
3.20	Muun mittauslaitteen kalibrointi	
	Ammattitaitovaatimukset.....	68
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	68
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	70
3.21	Päästömittaukset	
	Ammattitaitovaatimukset.....	70
	Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit) .....	71
	Ammattitaidon osoittamistavat.....	72

# 1 NÄYTTÖTUTKINNOT

## 1.1

### Näyttötutkintojen järjestäminen

Opetushallituksen asettamat, työnantajien, työntekijöiden, opettajien ja tarvittaessa itsenäisten ammatinharjoittajien edustajista koostuvat tutkintotoimikunnat vastaavat näyttötutkintojen järjestämisestä ja valvonnasta sekä antavat tutkintotodistukset. Tutkintotoimikunnat tekevät sopimuksen näyttötutkintojen järjestämisestä koulutuksen järjestäjien ja tarvittaessa muiden yhteisöjen ja säätiöiden kanssa. Näyttötutkintoja ei saa järjestää ilman voimassa olevaa, tutkintotoimikunnan kanssa solmittua järjestämissopimusta.

## 1.2

### Näyttötutkinnon suorittaminen

Näyttötutkinto suoritetaan osoittamalla hyväksytysti tutkinnon perusteissa vaadittu osaaminen tutkintotilaisuuksissa käytännön työssä ja toiminnassa. Jokainen tutkinnon osa on arvioitava erikseen. Arvioinnin tekevät työnantajien, työntekijöiden ja opetusalan edustajat yhdessä. Aloilla, joilla itsenäinen ammatinharjoittaminen on tyypillistä, myös tämä taho otetaan huomioon arvioijien valinnassa. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta. Tutkintotodistus voidaan antaa, kun kaikki tutkinnon suorittamiseksi määrättyt tutkinnon osat on suoritettu hyväksytysti.

## 1.3

### Näyttötutkinnon perusteet

Tutkinnon perusteissa määritellään tutkintoon kuuluvat osat ja mahdollisesti niistä muodostuvat osaamisalat, tutkinnon muodostuminen, kussakin tutkinnon osassa vaadittava ammattitaito, arvioinnin perusteet (arvioinnin kohteet ja kriteerit) ja ammattitaidon osoittamistavat.

Tutkinnon osa muodostaa ammatin osa-alueen, joka voidaan erottaa luonnollisesta työprosessista itsenäiseksi arvioitavaksi kokonaisuudeksi. Tutkinnon osissa määritellyissä ammattitaitovaatimuksissa keskitytään ammatin ydintoimintoihin, toimintaprosessien hallintaan ja kyseessä olevan alan ammattikäytäntöihin. Niihin sisältyvät myös työelämässä yleisesti tarvittavat taidot, esimerkiksi sosiaaliset valmiudet.

Arvioinnin kohteet ja kriteerit on johdettu ammattitaitovaatimuksista. Arvioinnin kohteilla ilmaistaan ne osaamisen alueet, joihin arvioinnissa kiinnitetään erityistä huomiota. Kohteiden määrittäminen helpottaa myös ammattitaidon arviointia asianomaisesta työtoiminnasta. Arvioinnin tulee kattaa kaikki tutkinnon perusteissa määritellyt arvioinnin kohteet. Arvioinnin kriteerit määrittelevät hyväksyttävän suorituksen laadullisen ja määrällisen tason.

Ammattitaidon osoittamistavat sisältävät tutkinnon suorittamiseen liittyviä tarkentavia ohjeita. Ammattitaito osoitetaan pääsääntöisesti todellisissa työtehtävissä ja toimissa. Ammattitaidon osoittamistavat voivat sisältää mm. ohjeita siitä, kuinka tutkintosuoritusta voidaan tarvittaessa täydentää, jotta kaikki ammattitaitovaatimukset tulevat kattavasti osoitetuiksi.

## 1.4

### Henkilökohtaistaminen näyttötutkinrossa

Henkilökohtaistamisesta Opetushallitus on antanut erillisen määräyksen.

## 1.5

### Ammattitaidon arviointi näyttötutkinnossa

Ammattitaidon arvioinnissa tulee perusteellisesti ja huolellisesti tarkastella sitä, miten tutkinnon suorittaja on osoittanut osaavansa sen, mitä tutkinnon perusteissa ko. tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksissa edellytetään. Arvioinnissa käytetään tutkinnon perusteissa määriteltyjä arviointikriteerejä. Arvioinnissa tulee käyttää monipuolisesti erilaisia ja ensisijaisesti laadullisia arviointimenetelmiä. Vain yhden menetelmän käytöllä ei välttämättä saada luotettavaa tulosta. Arvioinnissa otetaan huomioon ala- ja tutkintokohtaiset erityispiirteet tutkinnon perusteiden mukaisesti. Mikäli tutkinnon suorittajalla on luotettavia selvityksiä aikaisemmin osoitetusta osaamisesta, arvioijat arvioivat niiden vastaavuuden näyttötutkinnon perusteiden ammattitaitovaatimuksiin. Arvioijat ehdottavat dokumentin tutkintotoimikunnalle tunnustettavaksi osaksi näyttötutkinnon suoritusta. Lopullisen päätöksen aiemmin osoitetun ja luotettavasti selvitetyn osaamisen tunnustamisesta tekee tutkintotoimikunta.

Ammattitaidon arviointi on prosessi, jossa arviointiaineiston keräämisellä ja arvioinnin dokumentoinnilla on keskeinen merkitys. Työelämän sekä opettajien edustajat tekevät kolmikantaisesti huolellisen ja monipuolisen arvioinnin. Jokaisen tutkinnon suorittajan tulee selvästi saada tietoonsa arvioinnin perusteet. Tutkinnon suorittajalle on annettava mahdollisuus suoritustensa itsearviointiin. Näyttötutkinnon järjestäjä laatii arvioinnin kohteena olevan tutkinnon osan suorittamisesta arviointipöytäkirjan, jonka arvioijat allekirjoittavat. Tutkinnon suorittajalle tämän jälkeen annettava palaute on osa hyvää arviointiprosessia. Lopullisen päätöksen arvioinnista tekee tutkintotoimikunta.

### Arvioijat

Tutkinnon suorittajan ammattitaitoa arvioivilla henkilöillä tulee olla hyvä ammattitaito ko. näyttötutkinnon alalta. Tutkintotoimikunta ja näyttötutkinnon järjestäjä sopivat arvioijista näyttötutkintojen järjestämissopimuksessa.

### Arvioinnin oikaisu

Tutkinnon suorittaja voi lainsäädännön mukaisen määräajan puitteissa pyytää arvioinnin oikaisua tutkintotoimikunnalta, jonka toimialaan ja -alueeseen kyseessä oleva tutkinto kuuluu. Kirjallinen oikaisupyyntö osoitetaan tutkintotoimikunnalle. Tutkintotoimikunta voi arvioijia kuultuaan velvoittaa toimittamaan uuden arvioinnin. Arviointia koskevasta oikaisuvaatimuksesta annettuun tutkintotoimikunnan päätökseen ei voi hakea muutosta valittamalla.

## 1.6

### Todistukset

Tutkintotodistuksen ja todistuksen tutkinnon osan tai osien suorittamisesta antaa tutkintotoimikunta. Todistuksen valmistavaan koulutukseen osallistumisesta antaa koulutuksen järjestäjä. Opetushallitus on antanut määräyksen todistuksiin merkittävistä tiedoista.

Näyttötutkinnon osan tai osien suorittamisesta annetaan todistus silloin, kun näyttötutkintoon osallistuva sitä pyytää. Tutkintotodistuksen ja myös todistuksen tutkinnon osan tai osien suorittamisesta allekirjoittavat tutkintotoimikunnan edustaja ja näyttötutkinnon järjestäjän edustaja.

Opetushallituksen hyväksymään ammattikirjaan tehty merkintä näyttötutkinnon suorittamisesta on tutkintotodistukseen rinnastettava todistus näyttötutkinnon suorittamisesta. Näyttötutkinnon järjestäjä hankkii ja allekirjoittaa ammattikirjan. Ammattikirja on näyttötutkinnon suorittajalle maksullinen.

## 1.7

### Näyttötutkintoon valmistava koulutus

Näyttötutkintoihin osallistumiselle ei voida asettaa koulutukseen osallistumista koskevia ennakkoehtoja. Pääsääntöisesti tutkinnot suoritetaan kuitenkin valmistavan koulutuksen yhteydessä. Koulutuksen järjestäjä päättää näyttötutkintoon valmistavan koulutuksen sisällöstä ja järjestämisestä tutkinnon perusteiden mukaisesti. Koulutus ja tutkintotilaisuudet on jäsennettävä tutkinnon osien mukaisesti. Näyttötutkintoon valmistavaan koulutukseen osallistuvalla tulee osana koulutusta järjestää mahdollisuus osallistua tutkintotilaisuuksiin ja suorittaa näyttötutkinto.

## 2

### MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTITUTKINNON MUODOSTUMINEN

#### 2.1

##### Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnossa osoitettava osaaminen

Mittausmekaniikan ja mittauslaitteiden kalibroinnin ammattitaitovaatimukset ovat lisääntyneet mittauslaittekehityksen ja pienempien toleranssi- ja mittausepävarmuusvaatimusten myötä ja täsmentyneet yritysten laadunhallintajärjestelmien vuoksi. Yritysten hajautettu tuotantorakenne, jossa tuotanto ja osien valmistus on hajautettu eri yrityksiin, aiheuttaa sen, että vaatimuksista osien yhteensopivuudelle ja mittojen yhtenevyydelle tulee entistä haastavampia. Mittaamisen ja mittauslaitteiden kalibroinnin osaamisella on suuri merkitys sekä tuotteiden laadun että taloudellisuuden ja turvallisuuden suhteen. Mittauskyvyn osoittaminen on keskeinen vaatimus mm. akkreditoituille testaus- ja kalibrintilaboratorioille.

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon suorittaminen tuo pätevyyden eri toimialoille, laitteille ja laiteryhmillä. Mittaajan ja mittauslaitteiden kalibroijan työtehtävien lisäksi mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon mukaista pätevyyttä tarvitsevat mittauslaittevastaavat, laboratorioissa työskentelevät, tarkastajat ja mittamiehet sekä koneistajat ja asentajat.

Mittaaja osaa suorittaa annetut mittaustehtävät ja ymmärtää mittauksille esitetyt vaatimukset. Hän valmistele mittaaukset, mittaa ja analysoi mittaustulokset sekä tekee niistä vaadittavat mittausraportit. Koneistaja säätää mittaustulosten perusteella valmistusprosessia sekä tarkastaa ja hyväksyy valmiin tuotteen. Laboratorioissa työskentelevät ottavat ja käsittelevät näytteitä, valitsevat tarkoituksenmukaiset mittauslaitteet, mittaavat ja analysoivat näytteet sekä raportoivat tulokset. Suurten kohteiden mittaamiseen erikoistuneet mittamiehet ja tarkastajat suunnittelevat, laskevat ja analysoivat mittaaukset sekä ratkaisevat olosuhteet huomioiden mittauslaitteiden sijoittelun ja vastaavat mittausten mittausepävarmuudesta.

Kalibroija osaa mittauslaitteiden kalibroinnin laite- ja laiteryhmäkohtaisesti. Varsinaisen mittauslaitteen kalibroinnin lisäksi hän tekee mittausepävarmuuslaskelmat sekä kalibrintitodistukset tai -raportit. Prosessimittauslaitteiden kalibroija huolehtii prosessien mittauslaitteiden määräaikaista kalibroinneista ja huolloista. Laittevastaava vastaa mittauslaitteiden kalibrointien toteuttamisesta, määrittää laitteiden kalibrointijaksot ja huolehtii jäljitettävyydestä sekä huoltaa ja ohjelmoi mittauslaitteita ja tekee pieniä korjauksia.

Mittaajan ammattitaitovaatimuksissa on keskeisintä perustiedot mitattavista suureista ja mittauslaitteiden käyttö sekä mittausperiaatteet, käsitteet ja terminologia. Varsinaisen mittaamisen lisäksi on hallittava mittauksen suunnittelu, mittauslaitteiden sijoittelu sekä mittaustulosten laskenta, arviointi ja raportointi. Tämän lisäksi on osattava mittauslaitteiden ja -järjestelmien ylläpito ja huolto. Kaikissa mittauksissa keskeinen osaamisalue on mittausepävarmuuden määrittely.

Kalibroijan ammattitaitovaatimuksissa korostuvat mittaustulosten käsittely ja tilastollisten analyysien teko. Keskeisimpiä osaamisalueita ovat mittauslaitteiden käsittely ja perustiedot mitattavista suureista, mittausten jäljitettävyyden toteuttaminen ja mittausepävarmuuden arviointi ja laskenta, johon kuuluu epävarmuustekijöiden kartoittaminen ja niiden laskentamenettelyt. Varsinaisen mittauslaitteen kalibroinnin lisäksi ammattitaitovaatimukseen kuuluu kalibrointitulosten raportointi ja kalibrointitodistusten teko, vertailumittaukset ja laadunvarmennus kalibrointitehtävässä.

## 2.2

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnossa on kolme osaamisalaa:

- A. Konepajamittaukset
- B. Konepajamittauslaitteiden kalibrointi
- C. Prosessin mittaukset ja kalibroinnit

### A.

#### Konepajamittaukset

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon osaamisalalla Konepajamittaukset on kaksi pakollista tutkinnon osaa ja kolme valinnaista tutkinnon osaa. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää kahden pakollisten tutkinnon osan ja yhden valinnaisen tutkinnon osan suorittamista.

Pakolliset tutkinnon osat:

- 3.1 Mittaussuunnitelman laadinta
- 3.2 Mittaaminen käsimittausvälineillä

Valinnaiset tutkinnon osat:

- 3.3 Mittaaminen 3D koordinaattimittauskoneella
- 3.4 Mittaaminen mittauslaitteilla
- 3.5 Mittaaminen optisilla mittauslaitteilla

### B.

#### Konepajamittauslaitteiden kalibrointi

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon osaamisalalla Konepajamittauslaitteiden kalibrointi on kaksi pakollista tutkinnon osaa ja neljä valinnaista tutkinnon osaa. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää kahden pakollisten tutkinnon osan ja yhden valinnaisen tutkinnon osan suorittamista.

Pakolliset tutkinnon osat:

- 3.6 Kalibrointijärjestelmän suunnittelu
- 3.2 Mittaaminen käsimittausvälineillä

Valinnaiset tutkinnon osat:

- 3.7 Käsimittausvälineiden kalibrointi
- 3.8 Mittauslaitteiden kalibrointi
- 3.9 3D -koordinaattimittauskoneen kalibrointi
- 3.10 Optisten mittauslaitteiden kalibrointi

C.

Prosessin mittaukset ja kalibroinnit

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon osaamisalalla prosessin mittaukset ja kalibroinnit on kaksi keskenään vaihtoehtoista pakollista tutkinnon osaa ja yhdeksän valinnaista tutkinnon osaa. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää toisen pakollisen tutkinnon osan ja kolmen valinnaisen tutkinnon osan suorittamista. Valinnainen tutkinnon osa päästömittaukset on valittavissa vain silloin, kun on valinnut pakollisista tutkinnon osista vaihtoehdon suureiden mittaaminen prosessissa.

Pakolliset vaihtoehtoiset tutkinnon osat:

- 3.11 Suureiden mittaaminen prosessissa
- 3.12 Raskaan ajoneuvokaluston tarkastuslaitteiden kalibrointi

Valinnaiset tutkinnon osat:

- 3.13 Lämpötilan mittauslaitteiston kalibrointi
- 3.14 Paineen mittauslaitteiston kalibrointi
- 3.15 pH:n mittauslaitteiston kalibrointi
- 3.16 Johtokyvyn mittauslaitteiston kalibrointi
- 3.17 Ei-automaattisten vaakojen kalibrointi
- 3.18 Automaattisten vaakojen kalibrointi
- 3.19 Jarrudynamometrin kalibrointi
- 3.20 Muun mittauslaitteiston kalibrointi
- 3.21 Päästömittaukset (vastaa kolmea muuta tutkinnon osaa)

3

## MITTAAJAN JA KALIBROIJAN AMMATTTITUTKINNOSSA VAADITTAVA AMMATTTAITO JA ARVIOINNIN PERUSTEET

Tutkinnon perusteissa vaadittu ammattitaito osoitetaan tutkintotoimikunnan hyväksymän mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinnon järjestämissuunnitelman perusteella henkilökohtaistetuissa tutkintotilaisuuksissa aidossa toiminnassa, jolloin tutkinnon suorittaja osoittaa kattavasti tutkinnon perusteiden edellyttämän ammatillisen osaamisen.

Tutkintotilaisuuksissa tutkinnon suorittaja osoittaa valmiuksia ja kykyä soveltaa osaamistaan vaihtelevissa tilanteissa ja toimintaympäristöissä. Hän myös osoittaa kykynsä kokemusten arviointiin ja kokemuksista oppimiseen, toimintatapojen uudelleenajatteluun ja uusien toimintatapojen käyttöönottoon.

Arvioijat, jotka on perehdytetty arviointitehtävään, arvioivat tutkinnon suorittajan ammattitaidon tutkintotilaisuuksissa. Tutkinnon suorittajalle on annettava mahdollisuus suoritustensa itsearviointiin. Arvioijat arvioivat ja dokumentoivat tutkinnon suorittajan osoittaman osaamisen tutkinnon ammattitaitovaatimusten, arvioinnin kohteiden ja kriteerien mukaisesti. Tutkinnon suorittajalle annettava palaute arvioinnista on osa hyvää arviointiprosessia. Palaute voidaan antaa tutkinnon suorittajalle esimerkiksi arviointiesityksen tekemisen jälkeen.

Tutkinnon suorittajalle voidaan antaa mahdollisuus täydentää tutkintosuorituksiaan suullisesti. Arvioijat kirjaavat keskustelun aikana tehdyt havainnot arviointilomakkeeseen. Näin varmistetaan tutkintosuoritusten kattavuus ja arvioinnin luotettavuus. Tämä mahdollisuus voidaan järjestää tutkinnon osan suorittamisen yhteydessä tai sitten kun kaikki tutkinnon osien suoritukset on tehty.

Mittaajan ja kalibroijan ammattitutkinto arvioidaan tutkinnon osa kerrallaan niin, että tutkinnon suorittajan ammattitaitoa verrataan tutkinnon osan ammattitaitovaatimuksiin. Kolmikantainen arvioijaryhmä tekee tutkinnon osan kirjallisen arviointiesityksen tutkintotoimikunnalle sen jälkeen, kun tutkintosuoritukset on tehty kattavasti, luotettavasti ja tutkinnon perusteiden mukaisesti. Kolmikantaisen arvioijaryhmän jäsenet edustavat työnantajia, työntekijöitä ja opettajia.

### 3.1

#### Mittaussuunnitelman laadinta

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa laatia tuotantokappaleelle ja kokoonpanolle mittaussuunnitelman kohteen vaatimustenmukaisuuden tarkastamiseksi.

Ammattitaitovaatimuksissa esitetyt standardit ovat esimerkkejä ja niiden voimassaolo on aina tarkastettava.

#### Arviointi (arviointien kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja tuntee ISO- standardien mukaiset piirustusmerkinnät.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Perusolelutukset piirustusta tulkittaessa (SFS-EN ISO 8015)	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>oikean peruslämpötilan</li> <li>piirustuksen täydellisyyden ja oletuksena olevan riippumattomuuden periaatteen.</li> </ul>
Yleistoleranssien ymmärtäminen (SFS-EN ISO22768-1,-2)	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää mahdollisten yleistoleranssien vaikutuksen <ul style="list-style-type: none"> <li>mittoihin ja</li> <li>muotoihin.</li> </ul>
Piirustuksessa esitettyjen mittatoleranssien ymmärtäminen (ISO 286-1 ja 2), (14405-1:2010)	Tutkinnon suorittaja selvittää piirustuksessa esitettyjen merkintöjen <ul style="list-style-type: none"> <li>tarkoituksen</li> <li>verhopintavaatimuksen</li> <li>riippumattomuusperiaatteen</li> <li>vastavuoroisen materiaalivaatimuksen ja niiden erot</li> <li>yleisvaatimukset.</li> </ul>
Piirustuksessa esitettyjen kulmatoleranssien ymmärtäminen	Tutkinnon suorittaja selvittää piirustuksessa esitettyjen merkintöjen <ul style="list-style-type: none"> <li>tarkoituksen</li> <li>erot ja yleisvaatimukset.</li> </ul>

Piirustuksessa esitettyjen muoto- ja sijaintitoleranssien ymmärtäminen (ISO 1101, ISO 2692 ja ISO 14405-1)	Tutkinnon suorittaja selvittää piirustuksessa esitettyjen merkintöjen <ul style="list-style-type: none"> <li>tarkoituksen</li> <li>peruselementit ja niitten järjestyksen,</li> <li>”menorajan periaatteen” vaikutuksen</li> <li>verhopintavaatimuksen</li> <li>eri sovituvaihtoehtojen vaikutuksen ja</li> <li>yleisvaatimukset.</li> </ul>
Piirustuksessa esitettyjen pintavaatimusten ymmärtäminen (SFS-EN ISO 1302, ISO 12085, ISO 4287, ISO 13565-2 ja ISO 13565-3)	Tutkinnon suorittaja selvittää piirustuksessa esitettyjen merkintöjen perusteella <ul style="list-style-type: none"> <li>kappaleen työvaran</li> <li>toleroidun pinnankarheussuureen (suureet) ja sen suuruuden</li> <li>käytetyn mittausjakson</li> <li>pinnan työstömenetelmän ja tarkoitettun pinnan luonteen.</li> </ul>
Piirustuksessa esitettyjen pinnoitus-, materiaali- ja kovuusvaatimusten ymmärtäminen	Tutkinnon suorittaja selvittää piirustuksessa esitettyjen merkintöjen perusteella <ul style="list-style-type: none"> <li>kappaleen pintakäsittelyn</li> <li>mahdollisen karkaisun</li> <li>muun lämpökäsittelyn</li> <li>käytettävät mittausmenetelmät.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tavallisimmat mittauksissa tarvittavat mittauslaitteet.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Pituuden mittauksessa käytettävien mittalaitteiden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa valita oikean mittavälineen <ul style="list-style-type: none"> <li>mittauskohteen toleranssivaatimuksen ja mittausepävarmuuden mukaan</li> <li>kohteen koon mukaan</li> <li>kohteen jäykkyyden ja muodon mukaan</li> <li>osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tavallisimpien valmistusmenetelmien vaikutuksen mittauksiin.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työstömenetelmille tyypillisten virhelähteitten huomioon ottaminen (sorvaus, jyrsintä, hionta, poraus, höyläys, kipinätyöstö, ruiskuvalu, levytyöt)	Tutkinnon suorittaja osaa valita oikeat mittauspisteet ottaen huomioon <ul style="list-style-type: none"> <li>hennon työkappaleen vaikutuksen</li> <li>peruselementin sijainnin pinnankarheuden ja koon vaikutuksen</li> <li>kiinnitysvoimien vaikutus</li> <li>tavallisten geometristen virheitten vaikutukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mahdollisuudet kappaleitten mittaukseen työstökoneissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Virhe-erottelun soveltaminen	Tutkinnon suorittaja ymmärtää virhe-erottelun 180° käännöllä <ul style="list-style-type: none"> <li>kartiokkuudelle</li> <li>kohtisuoruudelle</li> <li>virheelle keskipisteessä.</li> </ul>
Lämpötilaerojen huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>koneen, mittauslaitteen ja kappaleen lämpötilaerojen merkityksen</li> <li>kappaleen lämpötilagradienttien merkityksen</li> <li>koneen ja mittauskohteen lämpöpitenemiskertoimien eron merkityksen.</li> </ul>
Kiinnitysvoimien huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>jännitysten laukeamisen merkityksen</li> <li>kiinnitysvoimien aiheuttamien muodonmuutosten merkityksen.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuden ja ymmärtää piirustuksissa asetetut vaatimukset, kun valitsee mittalaitetta kuhunkin kohteeseen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausepävarmuuden merkityksen huomioiminen ”ostettaessa” alihankintaa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää hyväksymisrajat</li> <li>• tunnistaa ongelmatilanteet.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden merkityksen huomioiminen toimitettaessa tuotteita	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää hyväksymisrajat</li> <li>• tunnistaa ongelmatilanteet.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja laatii tuotantokappaleen ja/tai kokoonpanon piirustuksien avulla mittaussuunnitelman. Piirustuksien on oltava toleranssimerkinnöiltään riittävän monipuolisia ja mittaussuunnitelman riittävän laaja niin, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.2

#### Mittaaminen käsimittausvälineillä

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa tyypillisiä konepajamittauksia käsimittausvälineillä sekä ymmärtää piirustusten asettamat vaatimukset mittalaitetta kuhunkin kohteeseen valittaessa.

Mittalaitteita on valittava kahdeksan, joista viisi on pakollista: sisämikrometri, ulkomikrometri, työntömitta, nauhamitta, mittakello.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia mittaussuunnitelman käsimittausvälineillä mittaukseen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausvälineen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee välineen ottaen huomioon mitattavan kohteen toleranssi- ja mittausepävarmuusvaatimuksen</li> <li>• huomioi mitattavan kohteen materiaalin merkityksen</li> <li>• tunnistaa mitattavan kohteen pinnankarheuden ja hentouden merkityksen.</li> </ul>
Päivittäistarkastus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivat mittanormaalit huomioiden materiaalin ja muodon</li> <li>• suunnittelee tarkistuksen asennon.</li> </ul>
Mitattavien kohteiden valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää, miten kohde tulee mitata riittävän monesta kohdasta ja suunnasta.</li> </ul>
Olosuhteiden vaikutukset mittauksiin	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa arvioida ja tarvittaessa mitata ympäristöolosuhteita.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa käsittäävälineiden oikean käsittelyn.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausvälineiden käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää huolellisen käsittelyn merkityksen.</li> </ul>
Mittausvälineiden säilytys	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa oikeat varastointiolosuhteet</li> <li>• ymmärtää puhtauden merkityksen</li> <li>• tunnistaa mittalaitteen erityisvaatimukset varastoinnissa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa mitata käsittäävälineillä.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittalaitteen päivittäistarkastus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee päivittäistarkastuksen</li> <li>• tarkistaa määräaikaikalibroinnin voimassaolon.</li> </ul>
Mittaaminen nauha- ja rullamitoilla tai cirkometrillä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• huomioi mittalaitteelle tyypilliset virheet.</li> </ul>
Mittaaminen etäisyyslaserilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• huomioi mittalaitteelle tyypilliset virheet.</li> </ul>
Mittaaminen suora- ja hiusviivaimella tai mittalatalalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• osaa valoraon perusteella arvioida virheen.</li> </ul>
Mittaaminen työntömitoilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• osaa valita työntömitan mitattavan kohteen mukaan</li> <li>• osaa lukea erilaisia noniusasteikkoja</li> <li>• huomioi mittalaitteelle tyypilliset virheet</li> <li>• osaa käyttää myös erikoistyöntömittoja tarvittaessa.</li> </ul>
Mittaaminen mikrometreillä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• osaa valita mikrometrin mitattavan kohteen mukaan</li> <li>• osaa lukea erilaisia mittarumpuja</li> <li>• osaa mitata kaari-, syvyys-, kaksipiste-, kolmipiste-, tikku-, kierre- ja lautasmikrometrillä</li> <li>• tuntee kunkin mikrometrin tyypilliset virheet.</li> </ul>
Mittaaminen mittakelloilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• valitsee sopivan mittakellon jalan</li> <li>• valitsee sopivat apuvälineet (v-urat, suuntaispalat ym.)</li> <li>• ottaa käännekitan vaikutuksen huomioon</li> <li>• osaa valita mittakellon mitattavan kohteen mukaan</li> <li>• osaa lukea erilaisia asteikkoja (0,01-0,001)</li> <li>• osaa mitata heittoa ja muotovirheitä vipu- ja mittakellolla</li> <li>• osaa mitata sisämittaustalaitteella sekä hallitsee sen asetuksen käytettävissä olevilla välineillä.</li> </ul>
Mittaaminen kulmamitoilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia</li> <li>• osaa käyttää suorakulmia</li> <li>• osaa vesivaa'an käytön</li> <li>• osaa lukea yleiskulmamitan asteikkoja (1'-5')</li> <li>• osaa mitata siniviivaimen avulla ja laskea trigonometrisesti tarvittavat mitat.</li> </ul>

Mittaaminen mittapaloilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa koota mittapalatornin tarvittavaan mittaan</li> <li>osaa imeyttää mittapalat.</li> </ul>
Mittaaminen tulkeilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa käyttää kita-, reikä-, rako-, tappi-, kiilaura-, kartio-, kierre- ja sädetulkkeja sekä kierrekampaa.</li> </ul>
Pinnanlaadun mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa vertailla ja arvioida pinnan laatua pinnankarheusmallineiden avulla.</li> </ul>
Mittaaminen pituusmitta-anturilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>saa oikeita tuloksia</li> <li>osaa käyttää sähköistä pituusmitta-anturia</li> <li>huomioi mittalaitteelle tyypilliset virheet.</li> </ul>
Mittaaminen tasolla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tehdä pituuden mittauksia ja vertailumittauksia tasolla</li> <li>osaa korkeusmittajalan käytön</li> <li>osaa geometrysten toleranssien; yhdensuuntaisuuden, tasomaisuuden ja kohtisuoruuden mittauksia tasolla</li> <li>saa oikeita tuloksia.</li> </ul>
Mittaaminen taso- ja yhdensuuntaisuuslasilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa imeyttää tasolasit, tarkastettaessa imeytyvyyttä</li> <li>osaa mitata tasomaisuutta</li> <li>osaa mitata yhdensuuntaisuutta.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää mittausepävarmuuden käsimitausvälineillä tehtäviin mittauksiin.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden arviointi	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>arvioida mittausepävarmuuden käyttäen apuna kokemusta, kirjallisuutta, taulukoita, vertailu- tai testimittauksia ja kalibrointituloksia</li> <li>arvioida eri mittausepävarmuustekijöiden vaikutuksen mittaustuloksiin</li> <li>ymmärtää standardiepävarmuuden ja laajennetun epävarmuuden k-arvon tai sigman merkityksen.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon mittausvaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa raportoida ja analysoida mittaustuloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittauspöytäkirjan tekeminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa laatia ymmärrettävän mittauspöytäkirjan mittaustuloksista</li> </ul>
Mittaustuloksen epävarmuuden arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>ilmoittaa realistisen mittausepävarmuuden</li> <li>ymmärtää realistiset mittausepävarmuuskomponentit</li> <li>tunnistaa muotovirheistä, pinnankarheudesta ja muista kappaleesta aiheutuvista vaikutuksista mittaustulokseen</li> <li>tunnistaa mittalaitteesta, mittaajasta ja ympäristöstä aiheutuvat virheet</li> <li>huomioi satunnaisvirheet mittaustapahtumassa</li> <li>ymmärtää puhtauden ja lämpötilan merkityksen mittaustapahtumassa.</li> </ul>
Mittaustuloksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>arvioi onko mitattu kohde hyväksytty, hylätty tai korjattavissa.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kahdeksalla mittauslaitteella, joista viisi on pakollista: sisä- ja ulkomikrometri, työntömitta, nauhamitta, mittakello. Mitattavien kappaleiden on oltava riittävän monipuolisia koon ja tarkkuuden suhteen.

Tutkinnon suorittaja laatii mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja mittaa kappaleet sekä tekee mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista.

Tutkinnon suorittaja mittaa kappaleita siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehdessä tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.3

#### Mittaaminen 3D-koordinaattimittauskoneella

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittaukset koskettavalla tai optisella koordinaattimittauskoneella ja se voi olla NC-tyyppinen tai manuaalinen

Tutkinnon suorittaja osaa laatia mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja mitata kappaleet sekä tehdä mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittaussuunnitelman koordinaattimittauskoneella.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen valmistelu ja piirustukseen tutustuminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnitella kappaleen oikean puhdistustavan, huomioi magneettisuuden poiston ja varmistaa kiinnityspintojen purseettomuuden</li> <li>• lukea piirustusta</li> <li>• ottaa huomioon kappalemäärän vaikutuksen ohjelmaan, kappaleaseman määrittämiseen ja kappaleen kiinnitykseen.</li> </ul>
Kappaleen kiinnitys ja asemointi	Tutkinnon suorittaja tekee suunnitelman niin, että <ul style="list-style-type: none"> <li>• kappale pysyy kiinni mittauksen aikana eikä keiku</li> <li>• kiinnityksestä ei aiheudu virheitä</li> <li>• kiinnitys mahdollistaa halutut mittaukset</li> <li>• ymmärtää, että kiinnitin muodostaa mittauskustannuksen.</li> </ul>
Kappaleen ohjelmallinen suuntaus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee peruselementit tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• ottaa huomioon geometriset toleranssit suuntausta valitessaan</li> <li>• osaa arvioida suuntauksen luotettavuutta mm. peruselementtien muotovirheet huomioon ottaen.</li> </ul>

Elementtien mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelee elementtien mittauspisteiden paikat sopivalla tavalla</li> <li>• ottaa riittävästi pisteitä ja ko. elementille soveltuvasti</li> <li>• tietää, mitkä ovat mitattavia elementtejä ja mitkä niiden avulla muodostettavia liitäntä- tai leikkauslementtejä</li> <li>• valitsee alustavasti sopivat mittauskärjet tai kärkiyhdistelmät ja mittauspään asennot, joilla kappale voidaan mitata törmäämättä kappaleeseen tai kiinnittimeen</li> <li>• valitsee piirustuksen mukaisesti mitattavat elementit.</li> </ul>
Geometristen toleranssien peruselementtien valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee oikeat peruselementit kullekin geometriselle toleranssille</li> <li>• tekee valinnan piirustuksen perusteella.</li> </ul>
Mitattavan kappaleen vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja osaa ottaa huomioon <ul style="list-style-type: none"> <li>• materiaalin ominaisuudet mm. lämpöpiteneumiskertoimen ja lämpötilan mittaamisen</li> <li>• kappaleen mahdollisen taipuman,</li> <li>• mahdolliset muotovirheet ja</li> <li>• pinnankarheuden.</li> <li>• optisilla koneilla lisäksi pinnan laadun, materiaalin, värin, materiaalin jäykkyyden (muovit) ja kosteuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee mittauskoneen ja ohjelmiston käyttöpainikkeet</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelman testaaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä testiajon hallitusti</li> <li>• rajoittaa nopeuksia tarvittaessa.</li> </ul>
Elementtien mittaaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää sopivia turvaetäisyyksiä</li> <li>• toteuttaa mittauskärjen käännöt ja siirrot järkevästi</li> <li>• käyttää optisella koneella sopivan kokoisia etsintäikkunoita</li> <li>• käyttää optisella koneella oikea suurennussuhde ja valaistustapaa ja määrää.</li> <li>• mittaja ymmärtää valaistusvoimakkuuden vaikutuksen sekä valaistussuunnan/tyypin (alavalo/ylävalo) vaikutuksen mitattaessa reunojen paikkaa.</li> </ul>
Mittauspään käännöt	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• ottaa huomioon mahdolliset törmäykset</li> <li>• käyttää riittäviä turvaetäisyyksiä.</li> </ul>
Koneen käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee koneen kytkimet ja etäkäyttöyksikön</li> <li>• hallitsee koneen ohjelmiston.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä ohjelman kappaleen mittaamiseksi NC-koneella ja ajaa sen tai osaa mitata manuaalimittakoneella.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kappaleen kiinnitys	Tutkinnon suorittaja osaa toteuttaa kiinnityksen niin, että <ul style="list-style-type: none"> <li>• kappale pysyy kiinni mittauksen aikana</li> <li>• kiinnityksestä ei aiheudu virheitä</li> <li>• kiinnitys mahdollistaa halutut mittaukset.</li> </ul>
Elementtien mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa mitata eri geometriset elementit</li> <li>• osaa määrittää geometrisia toleransseja</li> <li>• saa oikeita tuloksia</li> </ul>

Kappaleen suuntaaminen eri menetelmin (koordinaatiston muodostaminen)	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osa valita sopivat suuntausvaihtoehdot ja menetelmät</li> <li>osaa tehdä suuntauksen niitä käyttämällä</li> <li>ymmärtää koneen koordinaatiston ja kappalekoordinaatiston eron.</li> </ul>
Ohjelmointi tai mittausohjelmiston käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>hallitse ohjelmoinnin käskeykannan (CNC-kone)</li> <li>hallitse ohjelmiston käskeykannan (manuaalikone).</li> </ul>
Mittauspöytäkirjan teko	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ohjelmoida ja saa halutut tulokset mittauspöytäkirjaan</li> <li>osaa tehdä mittauspöytäkirjan mittauksesta manuaalikoneella.</li> </ul>
Ohjelman ajo NC -koneella	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ajaa ohjelman läpi turvallisesti ja tehdä korjauksia ja muutoksia ohjelmaan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää mittausepävarmuuden 3D-koordinaattimittauskoneen mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden arviointi	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>arvioida mittausepävarmuuden käyttäen apuna kokemusta, kirjallisuutta, taulukoita, vertailu- tai testimittauksia ja kalibrointituloksia</li> <li>arvioida eri mittausepävarmuustekijöiden vaikutuksen mittaustuloksiin</li> <li>ymmärtää standardiepävarmuuden ja laajennetun epävarmuuden k-arvon tai sigman merkityksen.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon mittausvaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa analysoida mittaustuloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Koneen ohjelmiston elementtietojen ymmärtäminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>selvittää mitä ohjelmiston raportoimat tiedot tarkoittavat.</li> </ul>
Mittauspöytäkirjan ymmärtäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tietää, mitä mittauspöytäkirjamerkinnot tarkoittavat.</li> </ul>
Geometrinen toleranssien tulkitseminen mittauspöytäkirjasta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita geometrisia toleransseja</li> <li>pystyy selittämään mitä käsitteet toleranssialue ja peruselementti tarkoittavat, missä toleroitu elementti sijaitsee ja miten toleranssiylitykset on esitetty</li> <li>ymmärtää kalibrointivirheiden vaikutukset mittauksissa (kärjen halkaisija- ja paikkavirheiden vaikutukset)</li> <li>ymmärtää optisella koneella väärän resoluution vaikutuksen</li> <li>osaa tehdä optisilla koneilla suurennusten ja valosysteemin kalibroinnin.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää kalibrointivirheiden vaikutukset mittauksissa (kärjen halkaisija- ja paikkavirheiden vaikutukset)</li> <li>ymmärtää optisella koneella väärän resoluution vaikutuksen</li> <li>ilmoittaa realistisen mittausepävarmuuden tuloksissa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittakoneen päivittäiset ja viikoittaiset huollot ja tarkistukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kärkien kalibrointi koskettavalla mittauskoneella ja kameran kalibrointi optisella mittauskoneella	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>koota kärjet, puhdistaa ne ja kalibrointinormaanin</li> <li>kalibroida kärjet</li> <li>arvioida kalibrointituloksen perusteella kalibroinnin onnistumisen</li> <li>ottaa huomioon lämpötilan tasaantumisen.</li> </ul>

Koneen puhdistus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• puhdistaa johdepinnat huolellisesti ja oikeilla menetelmillä</li> <li>• tekee mittauspöydän huoltotoimenpiteet tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• osaa ilmansuodattimien tarkastuksen.</li> </ul>
Määräaikaikalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää, mitä määräaikaikalibrointiin kuuluu</li> <li>• osaa tilata sen ja tietää kalibrointijakson</li> <li>• osaa toimia yhteistyössä kalibroijan kanssa yrityksen edustajana.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan tekemällä mittaukset koskettavalla 3D-mittauskoneella tai optisella mittauskoneella. Mittauskone voi olla NC -tyyppinen tai manuaalinen.

Tutkinnon suorittaja laatii mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja mittaa kappaleet sekä laatii mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista. Tutkinnon suorittaja mittaa kappaleita siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Mitattavien kappaleiden on oltava riittävän monipuolisia käytettävän koneen ominaisuuksiin nähden. Koskettavalla koneella mitataan vähintään kaksi kappaletta, joista toinen on akselityyppinen ja toinen kotelomainen tai levymäinen sisältäen mittausta vähintään kahdelta suunnalta. Optisella ja koskettavalla koneella mitattaessa kappaleiden on sisällettävä geometrisia toleransseja ja normaaleja geometrisia elementtejä.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.4

#### Mittaus mittauslaitteilla

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa mitata tuotantokappaleen ja/tai kokoonpanon mittauslaitteilla vaatimustenmukaisuuden tarkastamiseksi.

Tutkinnon suorittaja osaa laatia mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja mitata kappaleet sekä tehdä mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista.

Tutkinnon suorittajan on osattava mittaukset kolmella tässä tutkinnon osassa mainitulla mittauslaitteella.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittajaa osaa laatia mittaussuunnitelman mittauslaitteella mittaukseen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittauslaitteen/välineen valinta mittaukseen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• perustelee valitsemansa mittauslaitteen/välineen</li> <li>• huomioi, että laitteen mittausepävarmuus on oikeassa suhteessa mitattavaan toleranssiin</li> <li>• hallitsee koneen käytön</li> <li>• osaa huolehtia päivittäistarkistuksista.</li> </ul>
Kappaleen kiinnitys ja asemointi	Tutkinnon suorittaja tekee suunnitelman niin, että <ul style="list-style-type: none"> <li>• kappale pysy kiinni mittauksen aikana</li> <li>• kiinnityksestä ei aiheudu virheitä</li> <li>• kiinnitys mahdollistaa halutut mittaukset.</li> </ul>
Mittausvoiman vaikutuksen arviointi ja hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• arvioi mittausvoiman vaikutuksen</li> <li>• valitsee oikean mittausvoiman.</li> </ul>
Olosuhteiden vaikutukset mittauksiin	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa arvioida ja tarvittaessa mitata ympäristöolosuhteita.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee mittauslaitteen käytön.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Koneen tai laitteen käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee ja osaa koneen käyttö- ja säätölaitteet</li> <li>• ymmärtää alan terminologiaa ja käyttöohjeita</li> <li>• saa oikeita mittaustuloksia.</li> </ul>
Mittausohjelmiston käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee ohjelmiston käskykannan</li> <li>• osaa valita oikeat parametrit ja suodattimet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittajan on osattava käsitellä ja mitata valitulla mittauslaitteella.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittaaminen mainituilla mittauslaitteilla: <ul style="list-style-type: none"> <li>– pituudenmittauskone</li> <li>– korkeusmittalaite</li> <li>– pinnakarheuden mittauslaite</li> <li>– ympyrämäisyydenmittauskone</li> <li>– ääriviivavaheijastin/profiiliprojektori</li> <li>– työkalumikroskooppi</li> <li>– esiasetuslaite</li> <li>– pyöröpöytä, kulma-asteikko</li> <li>– momentin mittauslaite</li> <li>– kovuuden mittauslaite</li> <li>– hammaspyörän mittalaite</li> <li>– ultraäänipaksuusmittari</li> <li>– lasermikrometri/verholaser</li> <li>– tasapainotuskone</li> </ul>	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• käsitellä laitetta ja mitata sillä</li> <li>• käyttöhuoltaa ja säilyttää laitetta oikein (mm. osaa mahdollisen ilmansuodattimien tarkastuksen)</li> <li>• puhdistaa johdepinnat huolellisesti ja oikeilla menetelmillä</li> <li>• määraaikaiskalibroinnin sisällön</li> <li>• osaa tilata huollon ja toimia yhteistyössä kalibroijan kanssa yrityksen edustajana</li> <li>• tehdä mittaussuunnitelman</li> <li>• arvioida mittaustuloksen oikeellisuuden</li> <li>• arvioida mittausepävarmuutta.</li> </ul>
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Pituudenmittauskoneen käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittauspää ja apulaitteet (tasomaisuus, halkaisija, asento, kunto)</li> <li>• tarkastaa laitteen vaituksen ja nollauksen</li> <li>• kiinnittää kappaleen hallitusti (liikkumattomuus, taipumattomuus, ei estä mittausta)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee kappaleen lämpötilan sitä käsitellessä (käsineet, odotus) sekä huomioi oman lämmitysvaikutuksen (suojukset)</li> <li>• valitsee oikean mittausvoiman</li> <li>• hakee oikean mittauskohdan/korkeuden</li> <li>• hallitsee tavallisimmat mittaukset (ulko- ja sisähalkaisijan mittauksen, referenssimittan käytön, käännepisteen haun sivu- ja pystysuunnassa jne.)</li> <li>• osaa laskea mittaustuloksen mahdollisen referenssin virheet huomioiden.</li> </ul>
Korkeusmittalaitteen käsittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee oikean mittauskohdan aputasolta ja puhdistaa tason</li> <li>• asettaa kappaleen oikein ja mahdollisesti kiinnittää</li> <li>• tarkastaa laitteen siirtymätilan (usein ilmatyynyillä ympäri kappaleen)</li> <li>• tarkastaa kärjen halkaisijan</li> <li>• hallitsee tarvittaessa apulaitteet ja lisäkärjet</li> <li>• valitsee ja käyttää oikeaa mittausohjelmaa</li> <li>• löytää kappaleen käännepisteet</li> <li>• hallitsee tavallisimmat mittaukset (ulko- ja sisähalkaisijat, reikäjaon, suoruuden ja kohtisuoruuden jne)</li> <li>• hallitsee laitteen suoruuden ja kohtisuoruuden (pääsuunta ja sivusuunnat)</li> <li>• hallitsee mittausvoiman ja lukituksen</li> <li>• hallitsee lämpötilan kappaletta käsitellessä</li> <li>• osaa laskea mittaustulokset referenssin virheet huomioiden.</li> </ul>
Pinnakarheuden mittauslaitteen käsittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• puhdistaa kappaleen (ilma tms.)</li> <li>• tarkastelee mittauskohdetta ja hakee oikean mittauskohdan (silmämääräinen tarkastelu)</li> <li>• suunnittelee mittaustapahtuman (mittauskerrat, kohdat, hyväksymiskriteerit)</li> <li>• asemoi pinnankarheusmittarin kappaleeseen ja pintaan nähden oikein (suuntaus, mahdollinen kiinnitys)</li> <li>• tarkastaa pinnankarheuskoneen kärjen ja tukipinnan kunnon</li> <li>• osaa tehdä vertailumittauksen pinnankarheusnormaaliin</li> <li>• valitsee ja asettaa pinnankarheusparametrit ja mittausjakson</li> <li>• tekee mittauksen (viisteiden, naarmujen ja pyöristysten välttäminen).</li> </ul>
Ympyrämäisyyden mittaaminen mittauskoneella	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee kappaleen kiinnityksen (liikkumattomuus, taipumattomuus)</li> <li>• osaa valita oikean mittausvoiman</li> <li>• osaa valita oikean mittauskohdan/korkeuden</li> <li>• osaa puhdistaa kappaleen (ilma tms.)</li> <li>• osaa keskittää ja suunnata kappaleen</li> <li>• osaa tarkastaa ympyrämäisyyden parametrit ja asetukset (MZ, LS, UPR...)</li> <li>• osaa mitata (viisteiden, naarmujen ja pyöristysten välttäminen).</li> </ul>
Ääriiviivaheijastin/profiiliprojektorin käsittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tarkastaa profiiliprojektorin kunnon ja toiminnan sekä apulaitteet ja mittauslasin</li> <li>• osaa tarkastaa ja valita sopivan suurennuksen arvon (esim. 5x, 10x ja 20x)</li> <li>• osaa nollata kulma-asteikon</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa kiinnittää ja suunata kappaleen</li> <li>• osaa tarkastaa profiilikuvan terävyyden mittauskohdissa</li> <li>• osaa mitata samalla fokusointiasennolla koko mitan oton ajan</li> <li>• osaa käyttää mittausveitsiä</li> <li>• osaa käyttää oikeata valaistusta ja huomioida sen vaikutuksen</li> <li>• osaa kirjata ja laskea mittaustulokset käsin tai ohjelmalla (osaa käyttää mittausohjelmaa)</li> <li>• osaa piirtää tarvittaessa profiilin muodon paperille</li> <li>• osaa käyttää mallineita (kierre ym.).</li> </ul>
Työkalumikroskoopilla mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tarkastaa työkalumikroskoopin kunnan ja toiminnan sekä apulaitteet ja mittauslasin (myös mekaanisen kärjen)</li> <li>• osaa tarkastaa ja valita sopivan suurennuksen arvon (esim. 5x, 10x ja 20x)</li> <li>• osaa nollata kulma-asteikon</li> <li>• osaa kiinnittää ja suunata kappaleen</li> <li>• osaa tarkastaa profiilikuvan terävyyden mittauskohdissa</li> <li>• osaa mitata samalla fokusointiasennolla koko mitan oton ajan</li> <li>• osaa käyttää mittausveitsiä</li> <li>• osaa käyttää oikeata valaistusta ja huomioida sen vaikutuksen</li> <li>• osaa kirjata ja laskea mittaustulokset käsin tai ohjelmalla (osaa käyttää mittausohjelmaa)</li> <li>• osaa piirtää tarvittaessa profiilin muodon paperille.</li> </ul>
Esiasetuslaitteen käsittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa nollata ja tarkastaa esiasetuslaitteen kunnan ja toiminnan sekä apulaitteet</li> <li>• osaa tarkastaa ja valita sopivan suurennuksen</li> <li>• osaa kiinnittää ja suunnata kääntämällä työkalun</li> <li>• osaa mitata työkalun</li> <li>• osaa valita oikean nollapisteen kohteena olevan työstökoneen mukaan</li> <li>• hallitsee mahdollisen mitan siirron työstökoneelle</li> <li>• osaa kirjata ja laskea mittaustulokset käsin tai ohjelmalla (osaa käyttää mittausohjelmaa).</li> </ul>
Ultraäänipaksuusmittarin käyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitä ultraääni on; mekaanista aaltoliikettä</li> <li>• ymmärtää mittaustekniikka; pulssikaikutekniikka, mitataan äänenkulkuaikaa, kaiun vaimeneminen, monikertakaiut, mittaustavat; takaseinäkaiku ja kaiusta kaikuun</li> <li>• ymmärtää mittaustuloksen vaikuttavien tekijöiden merkityksen; mitattava materiaali, mittaolosuhteet ja paikka, pinnan laatu ja puhtaus, lämpötila, kohteen muoto</li> <li>• hallitsee mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa valita oikean laitteiston mitattavan kohteen tai tarpeen mukaan</li> <li>• osaa suorittaa laitteen perusasetukset</li> <li>• osaa suorittaa nollakompensoinnin; luotaimen ja mittalaitteen yhteensovitus, viivematkan kompensointi</li> <li>• osaa säätää laitteen mitattavan materiaalin mukaan; ymmärtää ultraäänipaksuusmittauslaitteen rajalliset säätö- ja käyttömahdollisuudet verrattuna ultraäänilaitteeseen, nopeus/nollakalibrointi, vahvistus</li> <li>• tuntee standardin SFS-EN 14127; rikkomaton aineenkoetus, paksuusmittaus ultraäänellä.</li> </ul>

<p>Pyöröpöydällä ja kulma-asteikolla mittaaminen</p>	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa nollata ja tarkastaa pyöröpöydän kunnan ja toiminnan sekä apulaitteet</li> <li>• osaa kiinnittää ja asemoida kappaleen heitottomaksi</li> <li>• osaa vesivaa’an mittauksessa asemoida horisontaalisesti</li> <li>• asettaa mittauskohteen (vaa’an) aina kohtisuoraan pyörintäakselia vasten</li> <li>• osaa kulma-asteikon mittauksessa keskittää ja asettaa kohteen oikeaan asentoon</li> <li>• osaa huomioida välyksen (esim. mekaanisen klinometrin kalibroinnista)</li> <li>• ymmärtää ja osaa muuttaa asteet, minuutit, sekunnit ja sekunnin osat</li> <li>• osaa kulmalukemien muutoksen pituusmitoiksi.</li> </ul>
<p>Momentin mittaaminen työkaluilla</p>	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää eron mittauslaitteelle ja työkalulle</li> <li>• tuntee ja ymmärtää vääntömomentin suureena,</li> <li>• tuntee vääntömomenttityökalujen luokitukset, ISO 6789:2004</li> <li>• tuntee ruuvien vääntömomentin tarpeen (taulukot)</li> <li>• ymmärtää tavoitteen aksiaalijännityksestä ja miten vääntömomentilla kuvataan sitä</li> <li>• ymmärtää vääntömomentin mittauksen heikkoudet aksiaalijännityksen määrityksessä</li> <li>• ymmärtää kitkan merkityksen ruuvin kiristyksessä (ruuvin kanta, aluslevy, kierre)</li> <li>• ymmärtää eri asteikot Nm, kNm, mNm, kgm, kpm, lb ft, oz in, oz ft, jne.</li> <li>• osaa asettaa työkalun mittaamista varten, tuntee laukaisumekanismien</li> <li>• ymmärtää eron mekaanisen laukaisun ja sähköisen mittauksen suhteen (myös osoittavalla mittarilla).</li> </ul>
<p>Kovuuden mittauslaitteella mittaaminen</p>	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää eri kovuusmittausmenetelmien erot ja soveltuvuuden</li> <li>• ymmärtää mittauskärkien kunnan merkityksen</li> <li>• ymmärtää mittauskohdan pinnankarheuden ja muodon merkityksen</li> <li>• ymmärtää kiinnityksen tukevuuden merkityksen</li> <li>• saa mittalaitteella oikeita tuloksia ja</li> <li>• osaa arvioida mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<p>Hammaspyörän mittalaitteella mittaaminen</p>	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa rakentaa ja kalibroida mittauksessa käytettävän kärkiyhdistelmän</li> <li>• osaa puhdistaa kappaleen (liuotinaine tms.)</li> <li>• hallitsee kappaleen asettamisen (liikkumattomuus, turvallisuus tms.)</li> <li>• osaa tunnistaa referenssipinnat kappaleesta</li> <li>• osaa tehdä kappaleelle vaaditun standardinmukaiset mittausohjelman</li> <li>• osaa valita mittauskohdat ja – pituudet</li> <li>• osaa havaita mittauksen aikaiset poikkeamat (täriä, lämpötilan muutokset)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita mittaustulokset</li> <li>osaa erottaa mittauksesta johtuvat ja kappaleessa olevat poikkeamat</li> <li>osaa suorittaa koneen tarkkuuden tarkastamisen master-kappaleilla.</li> </ul>
Lasermikrometrillä/verholaserilla mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää lasermikrometrin mittauseriaatteen, jossa mitattavaa kappaletta ei kosketeta</li> <li>hallitsee laserturvallisuuden perusteet</li> <li>ymmärtää mitattavan kappaleen puhtauden merkityksen (leikkuunesteet, lika)</li> <li>hallitsee kappaleen asemoinnin</li> <li>ymmärtää virheasennon merkityksen mittaustuloksiin</li> <li>osaa hyödyntää lasermikrometrin eri segmenttejä mittauksissa</li> <li>osaa asettaa referenssiarvon vertailumittauksia varten</li> <li>ymmärtää referenssiarvon suhteen toleranssirajoihin</li> <li>osaa muuttaa lasermikrometrin parametriasetuksia</li> <li>osaa asettaa jatkuvan mittauksen määritykset</li> <li>ymmärtää lasermikrometrin liityntärajapintojen merkityksen (I/O, RS232, FootSwitch).</li> </ul>
Tasapainotuskoneella mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tarkastaa apulaitteiden ja koneen kunnon</li> <li>osaa arvioida kappaleen mittauskelpoisuuden ja tarvittaessa tekee vaadittavat toimenpiteet mittauskuntoon saattamiseksi</li> <li>osaa kiinnittää kappaleen</li> <li>osaa huomioida lämpötilaan liittyvät asiat riittävällä tavalla</li> <li>osaa tarvittaessa tehdä riittävät toimenpiteet tasapainotusvaatimuksiin pääsemiseksi (aineen poisto tai lisäpainojen laittaminen).</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää mittauserävarmuuden mittauslaiteilla tehtävissä mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittauserävarmuuden arviointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>arvioida mittauserävarmuuden käyttäen apuna kokemusta, kirjallisuutta, taulukoita, vertailu- tai testimittauksia ja kalibrointituloksia</li> <li>arvioida eri mittauserävarmuustekijöiden vaikutuksen mittaustuloksiin</li> <li>ymmärtää standardierävarmuuden ja laajennetun epävarmuuden k-arvon tai sigman merkityksen.</li> </ul>
Oikean mittauserävarmuuden valinta	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>määrittää tarvittavan mittauserävarmuuden suhteessa tuotannon mittauserävarmuuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa raportoida ja analysoida mittaustuloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittauserävarmuuden tekeminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa laatia ymmärrettävän mittauserävarmuuden mittaustuloksista.</li> </ul>
Mittaustuloksen epävarmuuden arviointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ilmoittaa realistisen mittauserävarmuuden</li> <li>ymmärtää realistiset mittauserävarmuuskomponentit</li> <li>tunnistaa muotovirheistä, pinnankarheudesta ja muista kappaleesta aiheutuvista vaikutuksista mittaustulokseen</li> <li>tunnistaa mittalaitteesta, mittaajasta ja ympäristöstä aiheutuvat virheet</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi satunnaisvirheet mittaustapahtumassa</li> <li>• ymmärtää puhtauden ja lämpötilan merkityksen mittaustapahtumassa.</li> </ul>
Mittaustuloksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• arvioi onko mitattu kohde hyväksytty, hylätty tai korjattavissa.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan mittaamalla kolmella tässä tutkinnon osassa mainitulla mittauslaitteella. Tutkintotoimikunnan kanssa voidaan sopia muustakin mittauslaitteesta kuin tässä esityksessä on lueteltu.

Tutkinnon suorittaja laatii mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja mittaa kappaleet sekä tekee mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista. Mitattavien kappaleiden tulee olla mittauslaitteille soveltuvia.

Tutkinnon suorittaja mittaa kappaleita siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.5

#### Mittaus optisilla mittauslaitteilla

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa mitata tuotantokappaleen ja/tai kokoonpanon vaatimustenmukaisuuden optisilla mittauslaitteilla.

Tutkinnon suorittaja osaa laatia mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista ja kohteista, mitata kappaleet tai kohteet sekä tehdä mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista.

Tutkinnon suorittaja on osattava tehdä mittaukset vaaituskojeella, tasolaserilla, linjauslaserilla tai suuntauskaukoputkella sekä yhdellä valinnaisella mittauslaitteella.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittaussuunnitelman optisille mittauksille.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Laitteen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa lukea piirustuksia ja tuntee toleranssimerkinnät</li> <li>• osaa valita oikean mittauslaitteen mittaustehtävään</li> <li>• tuntee laitteilla saavutettavat mittauserävarmuudet</li> <li>• osaa valita oikeat apuvälineet mittaukseen.</li> </ul>
Koordinaatisto ja suuntaus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää koordinaatiston muodostamisen</li> <li>• valitsee lähtöelementit tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• osaa huomioida peruselementtien vaikutuksen mittaukseen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suunnittelee laiteasemat tarkoituksenmukaisiksi</li> <li>• ottaa huomioon kohteen erilaiset tarkkuusvaatimukset (mittausepävarmuuksien priorisointi)</li> <li>• suunnittelee koordinaatiston ja suuntauksen kohteen mukaisesti.</li> </ul>
Kulman mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee kulmanluvun erilaisilla yksiköillä (asteet, desimaaliset, minuutit ja sekunnit, goonit, radiaanit)</li> <li>• osaa tehdä kulmamuunnokset.</li> </ul>
Mittauskohteen määrittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi kohteen koon ja muodon</li> <li>• mittaa kohteen lämpötilan</li> <li>• huomioi materiaalin (esim. magneettinen, heijastava)</li> <li>• suunnittelee pisteiden paikat ja määrän kohteesta toleranssimääritykseen soveltuvasti</li> <li>• suunnittelee ja merkitsee tarvittaessa tähyksien paikat</li> <li>• valitsee piirustuksen mukaisesti tärkeät mitattavat elementit.</li> </ul>
Geometristen toleranssien tunteminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee oikeat peruselementit kullekin geometriselle toleranssille</li> <li>• tekee valinnan piirustuksen perusteella.</li> </ul>
Mittausolosuhteiden arviointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa määrittää raja-arvot hyväksyttävälle olosuhteille</li> <li>• mittaa lämpötilan, ilmanpaineen, kosteuden</li> <li>• osaa huomioida olosuhteiden vaikutukset mittauksiin</li> <li>• huomioi ilmvirtaukset ja värinän</li> <li>• huomioi puhtauden, valaistuksen ja heijastuksen vaikutukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa käyttää ja mitata optisilla mittalaitteilla</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Laitteen käsittely	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa laitteen käyttö- ja säätölaitteiden hallinnan</li> <li>• käyttää laitetta huolellisesti</li> <li>• osaa tehdä päivittäistarkastukset mittauslaitteille</li> <li>• osaa tehdä testimittaukset ja korjaukset tarvittaessa</li> <li>• osaa tehdä optisilla koneilla suurennusten ja valosysteemin kalibroinnin.</li> </ul>
Mittausohjelman käyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää mittausohjelmaa riittävän laajasti</li> <li>• ymmärtää ohjelmien virhemahdollisuudet</li> <li>• tarkastaa ohjelman verifiointin</li> <li>• osaa syöttää tai siirtää suunnitelmatiedon laitteelle.</li> <li>• osaa siirtää (export) mittaustulokset jatkokäsittelyä varten</li> </ul>
Mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa koota laitteiston käyttökuntoon</li> <li>• mittaa riittävän määrän pisteitä</li> <li>• käyttää tarkoituksenmukaisia kojeasemia</li> <li>• osaa siirtyä kohteen koordinaatistoon, linjaan tai suunnata laitteen kohteen mukaan</li> <li>• mittaa tarpeeksi monta kertaa riittävän luotettavuuden saavuttamiseksi</li> <li>• eliminoi tarpeen mukaan olosuhteista aiheutuvat virhelähteet</li> <li>• ottaa huomioon mittaustulosten vaikutuksen mitattavan kohteen toiminnalle (mittausepävarmuuksien priorisointi)</li> <li>• arvio onko mittausolosuhteet riittävän hyvät mittaukselle</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita mittaustuloksia</li> <li>• ymmärtää alan terminologiaa ja käyttöohjeita</li> </ul>
Laitteen huolto ja säilytys	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa säilyttää ja kuljettaa mittausrakenteita oikein</li> <li>• käsittelee, suojaa ja tarvittaessa puhdistaa optisia linssejä riittävän varovasti ja oikein</li> <li>• varoo kolhimasta mittausrakenteita</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa käsitellä ja mitata valitulla mittausrakenteella</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
<p>Mittaaminen mainituilla mittausrakenteilla:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vaaituskoje</li> <li>– suuntauskaukokuuti</li> <li>– tasolaser</li> <li>– laserlinjauslaite</li> <li>– takymetri</li> <li>– teodoliitti</li> <li>– autokollimaattori</li> <li>– laserinterferometri</li> <li>– laserseurain (lasertracker)</li> <li>– laserskanneri</li> <li>– lasertracer (laserjäljitin)</li> <li>– kamerajärjestelmät.</li> </ul>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä laitteen päivittäiskalibroinnin ja tarkistukset</li> <li>• tehdä mittaussuunnitelman</li> <li>• käsitellä laitetta ja mitata sillä</li> <li>• arvioida mittaustuloksen oikeellisuuden</li> <li>• arvioida mittausepävarmuutta</li> <li>• käyttöhuoltaa ja säilyttää laitetta oikein.</li> </ul>
Takymetrillä mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa kojeen</li> <li>• tarkastaa kojeen kunnan ja tehdä testimittaukset</li> <li>• määrittää kollimaatio-, tappikaltevuus- ja indeksivirheet, prismavakion</li> <li>• osaa siirtää suunnittelutiedon kojeen ohjelmistoon</li> <li>• osaa asemoida takymetrin kappaleeseen ja pintaan nähden oikein</li> <li>• osaa hallita apulaitteiden käytön (mm. tähykset, prismat, ratsastajat)</li> <li>• osaa suunnata tai siirtyä kappaleen tai kohteen koordinaatistoon</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmanpaine, ilmavirtaukset, värinä jne.)</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>
Teodoliitillä mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa kojeen</li> <li>• tarkastaa kojeen kunnan ja tekee testimittaukset</li> <li>• määrittää kollimaatio-, tappikaltevuus- ja indeksivirheet</li> <li>• osaa asemoida teodoliitin kappaleeseen ja pintaan nähden oikein</li> <li>• suuntaa teodoliitin linjan tai kappaleen mukaisesti</li> <li>• hallitsee kulmanluvun erilaisilla yksiköillä (asteet, desimaaliset, minuutit ja sekunnit, goonit radiaanit)</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinä ja valaistus)</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa käyttää apuvälineitä (latat, tähykset, ratsastajat jne.)</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>

Vaaituskojeella mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa kojeen</li> <li>• tarkastaa kojeen kunnon ja tekee vaaituskojeen päivittäistarkastuksen</li> <li>• määrittää kojevirheen ja säätää kojeen tarvittaessa</li> <li>• osaa asemoida vaaituskojeen mittaavaan kappaleeseen ja pintaan nähden oikein</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinät ja valaistus)</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa käyttää apuvälineitä (latat, tähykset, ratsastajat jne.)</li> <li>• määrittää vaaituksen sulkuvirheen.</li> </ul>
Suuntauskaukoputkella mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasata laitteen</li> <li>• huomioi riittävän alustan tukevuuden</li> <li>• suuntaa laitteen kappaleen tai kohteen mukaisesti</li> <li>• kohdistaa tähtäysmerkkiin ja lukee oikein poikkeamat asteikolta</li> <li>• huomioi tähyksen oikean asennon</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinät ja valaistus)</li> <li>• osaa käyttää pentaprismaa tarvittaessa.</li> </ul>
Autokollimaattorilla mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa kojeen</li> <li>• osaa asemoida ja suunnata autokollimaattorin mitattavaan kappaleeseen ja pintaan nähden oikein</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinät ja valaistus)</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa ohjeistaa kohteen liikeradan siirtymät oikein</li> <li>• osaa käyttää apuvälineitä (kulmaprismaa tai peilitähystä).</li> </ul>
Tasolaserilla mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa kojeen</li> <li>• tarkastaa kojeen kunnon ja tehdä kojeen päivittäistarkastuksen</li> <li>• osaa määrittää kojevirheet</li> <li>• asemoida tasolaserin mittaavaan kappaleeseen ja pintaan nähden oikein</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinät)</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa käyttää apuvälineitä (detektori, latat).</li> </ul>
Laserlinjauslaitteella mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kokoaa laitteen ja kiinnittää anturit linjattavaan kappaleeseen</li> <li>• pyörittää kappaletta (akseli) ja linjaa/mittaa kappaleen riittävän monesta suunnasta</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötila, ilmavirtaukset, värinät)</li> <li>• mittaa kohteen suoruutta tarvittaessa.</li> </ul>
Laserinterferometrillä mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kokoaa laitteen ja valitsee käytettävät prismat ja kiinnittää prismat tukevasti mitattavaan kohteeseen</li> <li>• linjaa säteen mitattavan liikeradan suuntaisesti</li> <li>• tekee paikoitustarkkuus- ja liikesuoruuksmittaukset sekä tarvittaessa kohtisuoruus ja kulmapoikkeama mittaukset</li> <li>• mittaa ympäristöolosuhteet (ilman lämpötila, kohteen lämpötila, paine, kosteus)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa huomioida olosuhteiden vaikutuksen mittauksiin</li> <li>• mittaa standardien mukaan riittävän monta kertaa</li> <li>• osaa tehdä virhe tai korjauskäyrät mitattavasta kohteesta standardien mukaan</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>
Laserseuraimella (lasertrackerillä) mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tarvittaessa tasaa laitteen</li> <li>• tarkastaa kojeen kunnon ja tekee testimittaukset esim. referenssitangon mittausta</li> <li>• määrittää kollimaatio-, tappikaltevuus- ja indeksivirheet, prismavakion</li> <li>• osaa siirtää suunnittelutiedon kojeen ohjelmistoon</li> <li>• osaa asemoida seuraimen kappaleeseen ja pintaan nähden oikein, mittauserimetria</li> <li>• hallitsee apulaitteiden käytön (mm.alustat, piilopistetangot, t-probe, t-scan)</li> <li>• osaa suunnata tai siirtyä kappaleen tai kohteen koordinaatistoon</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötilan, ilmanpaineen, ilmavirtaukset, värinät jne.</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>
Laserskannerilla mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa laitteen</li> <li>• osaa hakea tähyksille oikeat paikat</li> <li>• käyttää riittävästi siirtotähyksiä ja asemoi ne oikein</li> <li>• tekee skannauksen</li> <li>• valitsee riittävän määrän kojeasemia</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötilan, ilmanpaineen, ilmavirtaukset, värinät jne.</li> <li>• osaa käsitellä pistepilviä</li> <li>• osaa mallintaa mittauserimetria</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>
Lasertracerillä (laserjäljitin) mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pystyttää ja tasaa laitteen</li> <li>• osaa hakea tähyksille oikeat paikat</li> <li>• asemoi ja kiinnittää laitteen oikein</li> <li>• ymmärtää koordinaatiston muodostamisen</li> <li>• ottaa huomioon olosuhteet (lämpötilan, ilmanpaineen, ilmavirtaukset, värinät jne.</li> <li>• osaa tehdä mittauksen ja valita mittavien pisteiden lukumäärän</li> <li>• osaa siirtää tulokset jatkokäsittelyyn.</li> </ul>
Kamerajärjestelmällä mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa kojeen ja apulaitteiden kunnon</li> <li>• järjestää oikean valaistuksen</li> <li>• asemoi järjestelmän oikein</li> <li>• kiinnittää kappaleen ja määrittää kohteelle oikean mittakaavan</li> <li>• osaa huomioida olosuhteisiin liittyvät asiat riittävällä tavalla</li> <li>• osaa tallettaa mittaustulokset ja siirtää ne jatkokäsittelyyn.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa ottaa huomioon eri tekijöiden vaikutuksen mittaustuloksiin.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Olosuhteiden vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja osaa ottaa seuraavien tekijöiden vaikutukset mittauksiin: <ul style="list-style-type: none"> <li>• ilman lämpötila</li> <li>• ilmanpaine</li> <li>• ilmavirtaukset</li> <li>• värinä</li> <li>• valaistus</li> <li>• lämpötila</li> <li>• maapallon gravitaatiovaikutuksen muutokset eri vuorokaudenaikoina (korkomittauksissa, vrt. vuorovesi-ilmiö).</li> </ul>
Mittauskohteen vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huomioi kiinnityksen vaikutuksen</li> <li>• huomioi hennot kappaleet</li> <li>• huomioi mm. kappaleen koon ja muodon sekä pinnankarheuden vaikutuksen mittaustuloksiin</li> <li>• huomioi kohteen lämpötilan.</li> </ul>
Mittalaitteen ja -ohjelman vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää mittalaitteen mittauskäytön</li> <li>• osaa huomioida mittausepävarmuuden.</li> </ul>
Mittaajan vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa huomioida mitaajan kokemuksen ja vireystilan näkökyvyn jne. vaikutuksen mittaustuloksiin</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa raportoida ja analysoida mittaustuloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittauspöytäkirjan laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa laatia selkeän mittauspöytäkirjan</li> <li>• osaa ilmoittaa mittaustulokset mittausepävarmuuksineen</li> <li>• ilmoittaa mitaajan, allekirjoituksineen, pvm., olosuhteet pöytäkirjassa.</li> </ul>
Mittaasepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää mittaasepävarmuuden merkityksen</li> <li>• osaa arvioida mittaasepävarmuuden mittaukselle</li> <li>• osaa huomioida mittaasepävarmuuden vaikutuksen mittaustuloksiin.</li> </ul>
Tulosten analysointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita geometrisia toleransseja</li> <li>• osaa selvittää täyttääkö kappale sille asetetut toleranssivaatimukset mittaustulosten perusteella huomioiden mittaasepävarmuuden vaikutuksen</li> <li>• osaa hyödyntää kalibrointi- ja testituloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa hoitaa mittalaitteen päivittäiset ja määräaikaiset tarkastukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Päivittäiskalibroinnin tekeminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee päivittäiskalibroinnit mittalaitteille</li> <li>• osaa ajaa testiohjelman</li> <li>• osaa analysoida tulokset ja tarvittaessa muuttaa korjauskertoimet.</li> </ul>
Mittalaitteen puhdistus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• puhdistaa mittaustulokset huolellisesti ja oikeilla menetelmillä.</li> </ul>

Määräaikaikalibroinnin teettäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää mitä määräaikaikalibrointiin kuuluu</li> <li>• osaa tilata kalibroinnin ja tuntee kalibrointijakson</li> <li>• osaa toimia yhteistyössä kalibroijan kanssa yrityksen edustajana.</li> <li>• osaa tulkita kalibrointituloksia.</li> </ul>
------------------------------------	--

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan mittaamalla teräsrakenteiden ja koneiden asennus- ja tarkistusmittauksia vaaituskojeella, tasolaserilla ja linjauslaserilla tai suuntauskaukoputkella sekä yhdellä valinnaisella mittauslaitteella. Lisäksi tutkinnon suorittajan tulee laatia yhdelle valitsemalleen mittauslaitteelle mittausepävarmuuslaskelma. Tutkintotoimikunnan kanssa voidaan sopia valinnaiseksi mittauslaitteeksi myös jonkin muun optisen mittauslaitteen kuin tässä tutkinnon osassa on lueteltu. Mittausympäristönä voi olla esim. paperikonemittaukset, laivanrakennuksen mittaukset, nosturiratamittaukset jne.

Tutkinnon suorittaja laatii mittaussuunnitelman mitattavista kappaleista tai kohteista ja mittaa kappaleet tai kohteet sekä tekee mittausten perusteella mittauspöytäkirjat kappaleista. Tutkinnon suorittaja mittaa kappaleita tai kohteita siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Ammattitaito osoitetaan työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Tällöin on käytävä ilmi, että tutkinnon suorittaja osaa mitata tarvittavat mitat, eri geometriset elementit ja niiden toleranssien tarkastusmittaukset, ja että hän osaa valita sopivat linjausvaihtoehdot ja menetelmät sekä tehdä linjaukset. Muilla ammattitaidon osa-alueilla, jos niitä ei edellisen mukaisessa työtilanteessa voida arvioida, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.6

#### Kalibrointijärjestelmän suunnittelu

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa laatia tuotantokappaleiden ja/tai kokoonpanon mittauksessa tarvittavien mittauslaitteiden kalibrointijärjestelmän suunnitelman.

Ammattitaitovaatimuksissa esitetyt standardit ovat esimerkkejä ja niiden voimassaolo on aina tarkistettava.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa jäljitettävyyden tarkoituksenmukaisen toteuttamisen yleisesti ja yrityksessä.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Mittauslaitteiden hallinta (ISO 9001)	<p>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibroinnin piiriin kuuluvat laitteet</li> <li>• laitteiden tunnistamistavat</li> <li>• tarvittavat laite- ja kalibrointirekisterit</li> <li>• laitteiden kalibrointitilan merkitsemisen</li> <li>• laitekohtaiset kalibrointijaksot</li> <li>• laitekohtaiset käyttöoikeudet</li> <li>• laitteiden tarkoituksenmukaiset säilytyspaikat.</li> </ul>

Jäljitettävyysetjun suunnittelu	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjussa</li> <li>• yrityksen päänormaalit</li> <li>• mahdollisuudet päänormaalien kalibrointiin</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Pituuden jäljitettävyyden toteuttaminen yrityksessä	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää jäljitettävyyden <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittapaloilla</li> <li>• laserinterferometrillä</li> <li>• kiinteillä kalibrointinormaaleilla.</li> </ul>
Kulman jäljitettävyyden toteuttaminen yrityksessä	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää jäljitettävyyden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrointinormaaleilla</li> <li>• virhe-erottelulla.</li> </ul>
Kohtisuoruuden, suoruuden, ympyrämaisyyden jne, Jäljitettävyyden toteuttaminen yrityksessä.	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää jäljitettävyyden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrointinormaaleilla ja</li> <li>• virhe-erottelulla.</li> </ul>
Jäljitettävyyden toteuttaminen vertailumenetelmällä (substitution-menetelmä ISO 15530)	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• edellytykset vertailumittauksen käyttöön</li> <li>• materiaalin</li> <li>• elementin tyyppin</li> <li>• mitan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset mittalaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja osaa valita ja ottaa huomioon <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen</li> <li>• lämpötilagradienttien merkityksen</li> <li>• ilman virtauksen merkityksen</li> </ul>
Värähtelyjen (tärinän) hallinta	Tutkinnon suorittaja osaa huomioida <ul style="list-style-type: none"> <li>• värähtelyjen merkityksen mittauksessa</li> </ul>
Valaistuksen hallinta	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• riittävän valaistuksen merkityksen</li> <li>• paikallisen valaistuksen mahdolliset haitat.</li> </ul>
Perustusten ja lattian tukevuuden valinta	Tutkinnon suorittaja tuntee tukevuuden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• optisissa mittauksissa</li> <li>• ”vesivaakamittauksissa”.</li> </ul>
Suhteellisen kosteuden, puhtauden ja järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja osaa huomioida <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean suhteellisen kosteuden merkityksen korroosion ja pölyn kannalta</li> <li>• siisteyden, järjestyksen, puhtauden merkityksen</li> <li>• kulunhallinnan tarpeet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää mittausepävarmuuden kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> <li>• määrittää herkkyyskertoimet</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>

Oikean mittausepävarmuuden valinta (ISO 14253-1; ISO 9001	Tutkinnon suorittaja osaa määrittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa määrittää mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> <li>• määrittää herkkyyskertoimet</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta (ISO 14253-1; ISO 9001	Tutkinnon suorittaja osaa määrittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen</li> <li>• En-arvon merkityksen ja</li> <li>• toteutusaikataulun.</li> </ul>
Järjestelyt koemittauksissa	Tutkinnon suorittaja ymmärtää seuraavien tekijöiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• olosuhteet koemittauksissa</li> <li>• mittauskohteet koemittauksissa</li> <li>• hallitut muutokset</li> <li>• koemittausten suorittaja(t).</li> </ul>
Stabiilisuuseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää seurannan <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaikutuksen kalibroitajakojen pituuteen</li> <li>• vaikutuksen mittausepävarmuuteen</li> <li>• vaikutuksen ostopalvelun luotettavuuden arviointiin</li> <li>• oikeitten välineitten valintaan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia riittävät kalibrointiohjeet</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointiohjeitten laadinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• valita mittauslaittekohtaisesti mittavat kohteet</li> <li>• laatia selkeät toimintaohjeet</li> <li>• hankkia tarvittaessa perusmateriaalia ja täydentää sitä.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja laatii suunnitelman kalibrointijärjestelmäksi sopivaksi katsotulle mittalaittevalikoimalle ja yritystyyppille sekä laatii epävarmuuslaskelman kalibroinnille. Suunnitelma laaditaan siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

## 3.7

## Käsimittausvälineiden kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa tehdä tuotantokappaleiden ja/tai kokoonpanon mittauksessa tarvittavien käsimittauslaitteiden kalibrointeja. Hän osaa laatia työntömitalle, kaarimikrometrille ja mittakellolle sekä valitsemalleen kolmelle muulle mittalaitteelle mittaussuunnitelman/mittausohjeen, kalibroida mittalaitteet ja laatia laitteiden kalibrointitodistukset. Lisäksi hän osaa laatia yhdelle valitsemalleen käsimittauslaitteelle mittausepävarmuuslaskelman.

Ammattitaitovaatimuksissa käytettävät standardit ovat esimerkkejä ja niiden voimassaolo on aina tarkistettava.

## Arviointi (arviointin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman käsimittavälineille.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Laitekohtaisten mittauskohteiden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää laitteen <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitattavat kohteet, jotka vaikuttavat mittausepävarmuuteen</li> <li>• käytettävyyteen vaikuttavat kohteet, kuten; jäykkyys, mitta-alue, mitta-alue, lämpösuojukset, välykset jne.</li> </ul>
Jäljitettävyyssketjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittausepävarmuuden jäljitettävyyssketjussa</li> <li>• laitekohtaiset normaalit</li> <li>• mahdollisuudet laitekohtaisten normaalien kalibrointiin ja etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Ohjeen laatiminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• laatia kalibrointiohjeen, mahdollisesti mallien tai standardien mukaan, käyttäen saatavilla olevia välineitä ja tiloja (olosuhteet).</li> </ul>
Hyväksymisrajojen ja kalibrointijaksojen määrittäminen (ISO 9001)	Tutkinnon suorittaja osaa määrittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• yrityskohtaiset hyväksymisrajat tuotteiden vaativuustason mukaan</li> <li>• kalibrointijaksot.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida käsimittavälineitä.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittalaitteen käsittely ennen kalibrointia	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• puhdistaa mittalaitteet</li> <li>• tarkastaa mittalaitteen kunnon ja identifioinnin.</li> </ul>
Kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee kalibroinnin ennen ja jälkeen virityksen</li> <li>• käsittelee mittalaitteita tarvittavin apuvälinein (käsineet, pinsetit jne.)</li> <li>• tarkastaa mittapinnat</li> <li>• kirjaa mittaustulokset mittaasepävarmuusarvioineen ja tarvittaessa tarkastelee tuloksia</li> <li>• kalibroi laitteen käyttäen laatimiaan ohjeita</li> <li>• toistaa mittauksen tarvittaessa.</li> </ul>
Tulosten tarkastelu ja mittalaitteen käsittely kalibroinnin jälkeen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia (mittaasepävarmuusarvion rajoissa)</li> <li>• löytää oikeat virhekomponentit</li> <li>• arvioi mittalaitteiden kunnon merkityksen mittauksen jatkoon kannalta</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• luonnostelee kalibrointitodistuksen ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• suojaa arat pinnat</li> <li>• osaa laatia mittausepävarmuuslaskelman.</li> </ul>
Työntömitan kalibrointi (DIN 862)	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibroida asteikon</li> <li>• tarkastaa sisämittauskärkien kunnon ja nollauksen</li> <li>• tarkastaa syvyysmittakärjen kunnon ja nollauksen</li> <li>• tarkastaa mittapinnat.</li> </ul>
Kaarimikrometrin kalibrointi (ISO 3611 ja DIN 863 (6/81) Teil 4)	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitata kaaren jäykkyyden (tarvittaessa)</li> <li>• mitata kitkaruuvien puristusvoiman</li> <li>• mitata mittauspintojen yhdensuuntaisuuden</li> <li>• tarkastaa mittauspintojen kunnon</li> <li>• selvittää lukituksen vaikutuksen</li> <li>• nollata mikrometrin</li> <li>• mitata mikrometriruuvien virheen</li> <li>• määrittää mikrometrin kokonaisvirheen.</li> </ul>
Mittakellon/anturin kalibrointi (ISO/R 463, ISO 13102 ja DIN 878) Vipumittakello (DIN 2270 (4/1985))	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittauskärjen kiinnityksen ja kunnon</li> <li>• mitata mittaavoiman (fk)</li> <li>• tarkastaa asteikon virheet (ft, fe ja fges)</li> <li>• tarkastaa käännemitan (fu)</li> <li>• tarkastaa toistotarkkuuden (fw).</li> </ul>
Nauhamittojen kalibrointi (OIML R 35-1)	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mitan kunnon</li> <li>• tarkastaa mitan asteikon</li> <li>• tarkastaa nollapään</li> <li>• käyttää oikeaa mittaavoimaa.</li> </ul>
Rullamitan kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mitan kunnon</li> <li>• tarkastaa mitan asteikon</li> <li>• tarkastaa nollapään kunnon.</li> </ul>
Mittalatan (viivain) kalibrointi DIN 866 ja OIML R98 (asteikko)	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa nollapisteen paikan</li> <li>• mitata asteikon.</li> </ul>
Hiusviivaimen kalibrointi DIN 874	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittaussärmän kunnon ja suoruuden.</li> </ul>
Suoraviivaimen kalibrointi DIN 874	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittapintojen kunnon</li> <li>• tarkastaa mittauspintojen suoruuden tai tasomaisuuden</li> <li>• tarkastaa mittauspintojen yhdensuuntaisuuden.</li> </ul>
Suorakulman kalibrointi DIN 875	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitata mittauspintojen suoruuden tai tasomaisuuden</li> <li>• mitata mittauspintojen kohtisuoruuden.</li> </ul>
Mikrometrien kalibrointi: - Kolmipistemikrometrin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mikrometrin kunnon ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa kitkaruuvien toiminnan</li> <li>• tarkastaa mittapintojen kunnon</li> <li>• mitata mikrometriruuvien asteikon</li> <li>• nollata mikrometrin.</li> </ul>

<p>- Syvyysmikrometrin kalibrointi</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitata kitkaruuvien puristusvoiman</li> <li>• todeta mittauspinnan kunnan</li> <li>• selvittää lukituksen vaikutuksen</li> <li>• mitata mikrometriruuvien asteikon</li> <li>• mitata mikrometrin kokonaisvirheen</li> <li>• nollata mikrometrin</li> <li>• tarkastaa tukipinnan kunnan.</li> </ul>
<p>- Kaksipiste- (sisä) mikrometrin kalibrointi</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mikrometrin kunnan ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa kitkaruuvien toiminnan</li> <li>• tarkastaa mittapintojen kunnan</li> <li>• mitata mikrometriruuvien virheen</li> <li>• nollata mikrometrin.</li> </ul>
<p>- Tikkumikrometrin kalibrointi (DIN ISO 286 Teil 2)</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittapintojen kunnan</li> <li>• tarkastaa tikkumikrometrin mekaanisesti ja silmämääräisesti</li> <li>• mitata mikrometriruuvien asteikon</li> <li>• tarkastaa lukituksen vaikutuksen</li> <li>• mitata jatkopalojen pituuden</li> <li>• määrittää yhdistettyjen jatkopalojen kokonaisvirheen</li> <li>• tarkastaa lisälaitteiden kunnan.</li> </ul>
<p>- Kierremikrometrin kalibrointi</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mikrometrin kunnan ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa kitkaruuvien toiminnan</li> <li>• tarkastaa mittauskärkien kunnan</li> <li>• tarkastaa mittauskärkien kulman</li> <li>• mitata mikrometriruuvien asteikon</li> <li>• nollata mikrometrin</li> <li>• tarkastaa asetustangon kunnan.</li> </ul>
<p>- Lautasmikrometrin kalibrointi</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mitata kaaren jäykkyuden (tarvittaessa)</li> <li>• mitata kitkaruuvien puristusvoiman</li> <li>• mitata mittauslautasten yhdensuuntaisuuden ja tasomaisuuden</li> <li>• tarkastaa mittauslautasten pintojen kunnan</li> <li>• selvittää lukituksen vaikutuksen</li> <li>• nollata mikrometrin</li> <li>• mitata mikrometriruuvien asteikon</li> <li>• määrittää mikrometrin kokonaisvirheen.</li> </ul>
<p>Reikäkellon kalibrointi</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa laitteen asteikon (mittaava laite + välitys)</li> <li>• tarkastaa mitta- ja tukipintojen kunnan</li> <li>• tarkastaa mittaus- ja tukivoiman.</li> </ul>

Yleiskulmamitan kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mitan kosketuspintojen kunnan ja mekaanisen toiminnan</li> <li>• tarkastaa asteikon</li> <li>• tarkastaa kosketuspintojen suoruuden</li> <li>• tarkastaa kosketuspintojen yhdensuuntaisuuden ja viivainten linjauksen 180° asennossa.</li> </ul>
<p>Tulkkien kalibrointi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Kierretulkin kalibrointi (sisä- ja ulkopuolinen) (DIN 13, DIN 228 (DIN 259))</li> <li>- Haka-, kiilaura- ja rakotulkin kalibrointi</li> <li>- Renkas- ja tappitulkin kalibrointi (DIN 2250/7151 )</li> </ul>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa tulkin mitta- ja toleranssimerkinnot</li> <li>• mitata tulkin kylki-, sisä- ja ulkohalkaisijat, nousun ja kylkikulman.</li> </ul> <p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mitta- ja toleranssimerkinnot</li> <li>• mitata mittapintojen väliset etäisyydet</li> <li>• tarkastaa mittauspintojen yhdensuuntaisuudet</li> <li>• tarkastaa mittaus pintojen kunnan.</li> </ul> <p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa tulkin merkinnot</li> <li>• tarkastaa tulkin pinnan kunnan</li> <li>• mitata tulkin halkaisijan</li> <li>• mitata tulkin muotovirheen vaikutuksen.</li> </ul>
Asetussauvan kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittapintojen yhdensuuntaisuuden ja kunnan</li> <li>• mitata sauvan pituuden.</li> </ul>
Kierremikrometrin asetussauvan kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa kärjen ja loven kulmat</li> <li>• mitata sauvan pituuden.</li> </ul>
Vesivaakojen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa nollauksen ja tarvittaessa säätää</li> <li>• tarkastaa jako-osan</li> <li>• tarkastaa tukipintojen kunnan</li> <li>• tarkastaa asteikon (klinometri).</li> </ul>
<p>Mittapalojen kalibrointi &lt; 100 mm (mittapalojen vertailulaitteella kalibrointi) (ISO 3650/DIN 861 ja OIML 30)</p> <p>Mittapalojen kalibrointi (kivitasolla kalibrointi) (ISO 3650/DIN 861 ja OIML 30)</p>	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa ja puhdistaa mittapalasarjan (naarmuttomuuden, jäysteettömyyden ja ruosteettomuuden)</li> <li>• tarkastaa mittapalojen imeytyvyyden ja tasomaisuuden</li> <li>• mitata palojen mitat mittapalojen kalibrointilaitteella (5 pistettä)</li> <li>• voidella puhtaat palat.</li> </ul> <p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa ja puhdistaa mittapalasarjan (naarmuttomuuden, jäysteettömyyden ja ruosteettomuuden)</li> <li>• tarkastaa mittapalojen imeytyvyyden ja tasomaisuuden</li> <li>• mitata palojen mitat kivitasolla</li> <li>• voidella puhtaat palat.</li> </ul>
Taso- ja yhdensuuntaisuuslasin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa pintojen naarmuttomuuden</li> <li>• tarkastaa tasomaisuuden</li> <li>• tarkastaa yhdensuuntaisuuden tarvittaessa</li> <li>• tarkastaa tasolasin paksuuden tarvittaessa.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa laskea mittausepävarmuuden käsimittauslaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle,</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> <li>• määrittää herkkyyskertoimet ja</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa kalibroinnin vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kohteen yksilöinti kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• merkitä kalibroitavan laitteen valmistajan, merkin, tyyppin, mittausalueet</li> <li>• merkitä mittauslaitteen identifiointinumeron</li> <li>• kirjata ylös mittaajan ja päiväyksen.</li> </ul>
Olosuhteiden kirjaaminen kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata ylös tilan, jossa kohde on sekä vallitsevat olosuhteet: lämpötila, puhtaus, värinä vetoisuus, paineilman laatu,</li> <li>• kirjata ylös asteikkojen (tai laitteen) ja normaalin lämpötilat kussakin kalibrointimittauksessa.</li> </ul>
Raportti	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä havainnollisen kalibrointitodistuksen</li> <li>• liittää tarvittavat liitteet kalibrointitodistukseen.</li> </ul>
Kalibroinnin epävarmuus	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata yksittäisten mittausten epävarmuuden kalibrointitodistukseen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa analysoida kalibrointituloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointitulosten tulkinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• selvittää, mitä tiedot tarkoittavat.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• laskea ja ilmoittaa yksittäisten mittaustulosten mittausepävarmuudet.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja laatii työntömitan, kaarimikrometrin ja mittakellon sekä valitsemansa kolmen muun mittauslaitteen mittaussuunnitelman/mittausohjeen, kalibroi mittalaitteet ja laatii laitteiden kalibrointitodistukset. Tarvittaessa suunnittelua ja raportointia tarkennetaan suullisesti. Lisäksi tutkinnon suorittaja laatii yhdelle kalibroimalleen mittauslaitteelle mittausepävarmuuslaskelman. Tutkintotoimikunnan kanssa voidaan sopia valinnaiseksi mittauslaitteeksi muukin käsimittauslaite kuin tässä tutkinnon osassa on lueteltu.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

## 3.8

## Mittauslaitteiden kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa tuotantokappaleiden ja/tai kokoonpanon mittauksissa sekä kalibroinneissa tarvittavien mittauslaitteiden kalibroinnin.

Tutkinnon suorittaja osaa laatia valitsemilleen kahdelle mittauslaitteelle kalibrointisuunnitelman/mittausohjeen, kalibroida mittauslaitteet riittävässä laajuudessa ja laatia kalibrointitodistukset. Lisäksi hän osaa laatia yhdelle kalibroimalleen laitteelle mittausepävarmuuslaskelman.

Ammattitaitovaatimuksissa käytettävät standardit ovat esimerkkejä ja niiden voimassaolo on aina tarkistettava.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman mittauslaitteelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Laitekohtaisten kalibrointikohteiden valinta	Tutkinnon suorittaja selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>mittausepävarmuuteen vaikuttavat kohteet</li> <li>käytettävyyteen vaikuttavat kohteet, kuten: jäykkyys, mittausalue, mitta-alue, lämpösuojukset, välykset jne.</li> </ul>
Jäljitettävyysetjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjussa</li> <li>laitekohtaiset normaalit</li> <li>mahdollisuudet laitekohtaisten normaalien kalibrointiin osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Ohjeen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>laatii kalibrointiohjeen, mahdollisesti mallien tai standardien mukaan, käyttäen saatavilla olevia välineitä ja tiloja (olosuhteet).</li> </ul>
Hyväksymisrajojen ja kalibrointijaksojen määrittäminen (ISO 9001)	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>määrittää yrityskohtaiset hyväksymisrajat tuotteiden ja standardien mukaan</li> <li>määrittää kalibrointijaksot.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida mittauslaitteita.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittalaitteen käsittely ennen kalibrointia	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>puhdistaa mittauslaitteet</li> <li>tarkastaa mittauslaitteen kunnan ja identifioinnin</li> <li>osaa käyttää laitteiston hallintalaitteita ja ohjelmistoja.</li> </ul>
Kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tekee kalibroinnin ennen ja jälkeen virityksen</li> <li>tarkastaa mittakärjet ja -pinnat</li> <li>kirjaa mittaustulokset mittausepävarmuusarvioineen ja tarvittaessa tarkastelee tuloksia</li> <li>kalibroi laitteen käyttäen laatimiaan ohjeita</li> <li>toistaa mittauksen tarvittaessa.</li> </ul>
Tulosten tarkastelu ja mittauslaitteen käsittely kalibroinnin jälkeen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>saa oikeita tuloksia (mittausepävarmuuden rajoissa)</li> <li>löytää oikeat virhekomponentit</li> <li>osaa arvioida mittalaitteiden kunnan merkityksen mittauksen jatkoon kannalta</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• luonnostelee kalibrointitodistuksen ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• suojaa arat pinnat</li> <li>• osaa laatia mittauserävarmuuslaskelman.</li> </ul>
Mittapalojen vertailulaitteen kalibrointi (julkaisu ”Publication Reference EAL-G21”)	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa antureiden paikan ja asennon</li> <li>• tarkastaa mittaustason</li> <li>• mittaa antureiden asteikot</li> <li>• tekee testimittauksen mittapaloilla</li> <li>• tarkastaa tiivisteiden ja johtojen eheyden.</li> </ul>
Mittakellon kalibrointilaitteen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa mittaustasopinnan ja kiinnityslieriön kohtisuoruuden</li> <li>• mittaa mittauspinnan kunnan ja tasomaisuuden</li> <li>• mittaa asteikon.</li> </ul>
Pituusmittakoneen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa asteikon (paikoitustarkkuus)</li> <li>• mittaa mittaustasojen yhdensuuntaisuuden</li> <li>• mittaa mittauspintojen kohtisuoruuden mittaussuuntaan verrattuna</li> <li>• tarkastaa mittausvoimat ja voimien vaihtelun</li> <li>• mittaa mittauspintojen samankeskeytyden</li> <li>• tekee toistokokeet</li> <li>• tarkastaa lukitusten ja liikkeiden toimivuuden</li> <li>• tarkastaa mittauserävarmuusvälineet.</li> </ul>
Korkeusmittalaitteen kalibrointi (ISO/DIS 13225.2)	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa ja puhdistaa perustason mittauskohdassa</li> <li>• tarkastaa liikkeiden tasaisuuden ja kunnan</li> <li>• mittaa asteikon ja toistotarkkuuden (MPEE, MPER ja MPEB)</li> <li>• osaa mitata kohtisuoruuden ja suoruuden (2 suuntaa)</li> <li>• tarkastaa mittauserävarmuusvälineet (halkaisija kuluma jne.)</li> <li>• mittaa mittausvoiman</li> <li>• tarkastaa lukituksen</li> <li>• kalibroi asetuskappaleen /kalibrointikappaleen</li> <li>• osaa tarkastaa anturi- ja viisariasteikon (mikäli sisältyy laitteistoon)</li> <li>• osaa tarkastaa laitteen toiminnan mahdollisesti pikateestikappaleella.</li> </ul>
Pinnakarheuden mittauserävarmuuslaitteen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa mittapään mekaanisen (mittakärjen ja liukukengän) kunnan</li> <li>• tarkastaa akun ja latauslaitteen</li> <li>• tarkastaa laitteella mitattujen pinnankarheusparametrien oikeellisuuden.</li> </ul>
Ympyrämuotoisuuden ja lieriömuotoisuuden mittauserävarmuuslaitteen kalibrointi.	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa vaakittaa pöydän</li> <li>• tarkastaa pöydän</li> <li>• tarkastaa kiinnitykset ja apuvälineet</li> <li>• tarkastaa anturin asteikon eri suurennuksilla</li> <li>• tarkastaa pysty ja vaakaliikkeen asteikon</li> <li>• tarkastaa pysty- ja vaakaliikkeen suoruuden</li> <li>• tarkastaa pystyliikkeen yhdensuuntaisuuden pyörimisakselin kanssa</li> <li>• tarkastaa vaakaliikkeen kohtisuoruuden pyörimisakseliin nähden</li> <li>• mittaa aksiaaliliikettä</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mittaa säteisheiton</li> <li>• mittaa pöydän stabiiliuden</li> <li>• tekee tarvittavat testimittaukset.</li> </ul>
Ääriiviivaheijastin/profiliprojektorin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa suurennukset (5x, 10x ja 20x...)</li> <li>• mittaa asteikkojen paikoitustarkkuudet (X-, Y- ja W-akselilta)</li> <li>• mittaa liikkeiden ja työtason yhdensuuntaisuuden</li> <li>• mittaa liikkeiden kohtisuoruuden ja suoruuden</li> <li>• mittaa W-akselin ja ristikon samankeskisyyden.</li> </ul>
Työkalumikroskoopin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa liikkeiden esteettömyyden</li> <li>• tarkastaa vaaituksen</li> <li>• mittaa lineaari- ja kulma-asteikot</li> <li>• mittaa liikkeiden kohtisuoruuden ja suoruuden</li> <li>• tarkastaa apulaitteet</li> <li>• tarkastaa suurennukset.</li> </ul>
Esiäsetuslaitteen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa kartion/kiinnittimien kunnan</li> <li>• mittaa lineaariasteikot</li> <li>• mittaa liikkeiden kohtisuoruuden ja suoruuden</li> <li>• tarkastaa apulaitteet</li> <li>• tarkastaa suurennukset</li> <li>• tarkastaa vaaituksen</li> <li>• tarkastaa referenssipisteiden arvot.</li> </ul>
Pyöröpöytä, kulma-asteikon kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa pöydän lukituksen ja välyksen sekä vapaaliikkeen ja liikkeen esteettömyyden</li> <li>• tarkastaa pöydän asteikon</li> <li>• tarkastaa pöydän yhdensuuntaisuuden (alusta) ja kohtisuoruuden (keskiönakseli), käyttötarkoituksesta riippuen</li> <li>• mittaa tasomaisuuden (käyttötarkoituksesta riippuen, ei aina pakollinen)</li> <li>• tarkastaa aksiaali- ja säteisheiton (keskiö)</li> <li>• mittaa pöydän kallistelun sen pyöriessä.</li> </ul>
Momentin mittaussaitteen (työkalun) kalibrointi (ISO 6789)	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita työkalun mitta-alueeseen sopivan mittaussaiturin</li> <li>• varmistuu työkalun kunnosta</li> <li>• esikuormittaa työkalun nimelliskuormalla</li> <li>• asettaa pienimmän (n.20 %) mittaussaiturin työkalun ja suorittaa viisi mittausta</li> <li>• asettaa keskimmäisen (n.50 %) mittaussaiturin työkalun ja suorittaa viisi mittausta</li> <li>• asettaa suurimman (n.100 %) mittaussaiturin työkalun ja suorittaa viisi mittausta.</li> </ul>
Kovuuden mittaussaitteen kalibrointi vertailu- tai suoralla menetelmällä	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee suureeseen liittyvän painimen</li> <li>• varmistuu painimen kunnosta</li> <li>• kiinnittää painimen oikein</li> <li>• valitsee suureeseen liittyvän vertailupalan</li> <li>• varmistuu vertailupalan kunnosta</li> <li>• asemoi ja tukee vertailupalan oikein</li> <li>• mittaa painumajäljen oikein</li> <li>• valitsee suureeseen liittyvän painimen</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• varmistuu painimen kunnostaa</li> <li>• kiinnittää painimen oikein</li> <li>• valitsee suurelle sopivan mitattavan materiaalin <ul style="list-style-type: none"> <li>○ pinnankarheuden</li> <li>○ tukevuuden</li> <li>○ tasomaisuuden</li> <li>○ materiaalin ja sen lämpökäsittelytilan</li> </ul> </li> <li>• varmistuu oikeasta mittausvoimasta</li> <li>• mittaa voiman kasvunopeuden oikein</li> <li>• mittaa voiman vaikutusajan oikein</li> <li>• asemoi ja tukee materiaalin oikein</li> <li>• mittaa painumajäljen oikein.</li> </ul>
Ultraäänipaksuusmittarin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa laitteiston silmämääräisesti; kaapeli, luotain ja mittalaite</li> <li>• valitsee oikeat kalibroitireferenssit</li> <li>• mittaa referenssikappaleet</li> <li>• mainitsee mittauspöytäkirjassa tarvittavat asiat; laitteen ja luotaimen säätöarvot ja mahdolliset laitteiston toimintarajoitukset.</li> </ul>
Lasermikrometri/verholaserin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa visuaalisesti; kotelon, suojalasit, signaalikaapelit, standardiasetukset, lisävarusteet</li> <li>• puhdistaa: kotelon, suojalasit, sähköiset liittimet</li> <li>• testaa laitteen toiminnan: näppäimet, LED - näyttö ohjausosa, DIP-kytkin, ohjelmistokytkin, ohjelman alkaminen, mittausalue</li> <li>• tekee kalibroititestin; lineaarisuus, paikannusvirhe UP / DOWN, paikannusvirhe yhdensuuntaisuus</li> <li>• huomioi pitkän stabiiliustarkistusajan; 4 tuntia</li> <li>• tarkastaa muut testauslaitteet; mittapalat, säädettävän pidikkeen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laskea mittausepävarmuuden mittauslaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle,</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> <li>• määrittää herkkyyskertoimet ja</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa kalibroinnin vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kohteen yksilöinti kalibrointitodistuksessa	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• merkitä kalibroitavan laitteen valmistajan, merkin, tyyppin, mittausalueet</li> <li>• merkitä mittauslaitteen identifiointinumeron</li> <li>• kirjata ylös mittaaajan ja päiväyksen.</li> </ul>
Olosuhteiden kirjaaminen kalibrointitodistuksessa	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata ylös tilan, jossa kohde on sekä vallitsevat olosuhteet: lämpötila, puhtaus, värinä vetoisuus, paineilman laatu,</li> <li>• kirjata ylös asteikkojen (tai laitteen) ja normaalin lämpötilat kussakin kalibrointimittauksessa.</li> </ul>
Raportointi	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä havainnollisen kalibrointitodistuksen</li> <li>• liittää tarvittavat liitteet kalibrointitodistukseen.</li> </ul>

Kalibroinnin epävarmuuden määrittäminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>kirjata yksittäisten mittausten epävarmuuden kalibrointitodistukseen</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa analysoida kalibrointituloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointitulosten tulkinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>selvittää, mitä tiedot tarkoittavat.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>laskea ja ilmoittaa yksittäisten mittaustulosten mittausepävarmuudet</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja laatii valitsemilleen kahdelle mittauslaitteelle kalibrointisuunnitelman/ mittausohjeen, kalibroi mittalaitteet riittävässä laajuudessa ja laatii kalibrointitodistukset. Lisäksi tutkinnon suorittaja laatii toiselle mittauslaitteelle mittausepävarmuuslaskelman. Tutkintotoimikunnan kanssa voidaan sopia toiseksi mittauslaitteeksi jokin muunkin mittauslaite kuin tässä tutkinnon osassa on lueteltu.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.9

#### 3D-koordinaattimittauskoneen kalibrointi

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida koskettavan tai optisen 3D-mittauskoneen. Koskettava kone voi olla NC-tyyppinen tai manuaalinen.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee kalibrointimenetelmät kuten ISO 10360-2</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointimenetelmien tuntemus	Tutkinnon suorittaja osaa kuvailla <ul style="list-style-type: none"> <li>huollon, geometriakorjainten säätämisen ja kalibroinnin erot</li> <li>koneen kunnan selvittämisen stabiiliusseurantaa varten nopeilla testimittauksilla ennen huoltoa, säätöjä ja kalibrointia.</li> <li>mitä vaihtoehtoja hänellä on kalibrointimenetelmiä valittaessa</li> <li>miten mittaukset toteutetaan niissä</li> <li>geometriset virhekomponentit ja niiden kalibrointi</li> <li>mitä kalibroinnissa selvitetään (pituudenmittausta, yksittäisiä geometriavirheitä vai 2D-paikoitusta)</li> <li>miksi usein tyydytään osittaiskalibrointiin esim. linjoittain ja vain harvoissa paikoissa mittausvaruutta</li> <li>miten kalibrointitulosta voidaan hyödyntää asiakkaan omista mittauksissa.</li> <li>miten kalibrointimittaukset toteutetaan</li> <li>minkälainen mittauskärki on valittava</li> <li>perusteet sille, mitä menetelmää hän käyttää.</li> </ul>

Menetelmän selittäminen koneen käyttäjälle	Tutkinnon suorittaja osaa selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• koneen käyttäjälle tarvittavat ennakkotoimenpiteet</li> <li>• kärjen kalibroinnin ja ohjelmallisen suuntauksen merkityksen</li> <li>• ohjelma- ym. -tarpeet kalibrintitilanteessa</li> <li>• toistokertojen merkityksen koneen kuntoa arvioitaessa.</li> </ul>
Geometriakorjainten tunteminen (Error mapping tai CAA-corrections)	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• koneissa yleisesti käytettyjen geometriakorjainten merkityksen ja miten ne vaikuttavat kalibrintituloksiin, miten niitä voidaan muuttaa esim. maahantuojan ja valmistajan toimesta.</li> </ul>
Lämpöpittemiskorjauksen tunteminen	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• miten koneen asteikoissa olevat lämpötila-anturit ja vastaavasti kohteeseen asetettavat anturit kalibroidaan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa huolehtia kalibroinnin mittanormaaleista.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittanormaalien säilytys, siirto ja käsittely, jäljitettävyyys	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• säilyttää, siirtää ja käsittelee mittanormaaleja oikealla tavalla</li> <li>• ottaa normaalien lämpötilat huomioon kuljetuksissa, tasaantumisessa ja mittausten aikana</li> <li>• varmistuu mittanormaalien jäljitettävyydestä</li> <li>• puhdistaa normaalit</li> <li>• suojaa normaalit kalibroinnin jälkeen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa varmistaa, että kone on kalibroinnin edellyttämässä kunnossa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kärkien kalibrointi koskettavalla mittauskoneella ja valaistuksen tutkiminen optisella koneella	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• varmistaa, että kärjet ja kalibrintinormaali on puhdistettu</li> <li>• varmistaa, että kärki ja kalibrintinormaali ovat kiinnitetyt ja asemoitu tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• varmistaa, että tarkastusohjelma on ajettu</li> <li>• osaa analysoida tulokset</li> <li>• ottaa optisella koneella huomioon ympäristön valaistuksen</li> <li>• tarkastaa valaistuksen toimivuuden optisilla koneilla.</li> </ul>
Koneen kunnan varmistaminen	Tutkinnon suorittaja varmistaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• koneen kunnan, suodattimet, vaaituksen, paineilman tuoton</li> <li>• liikkeiden esteettömyyden ja lukitukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä kalibroinnin ajattamalla kalibrintiohjelman.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Valitun standardin mukainen toiminta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ajattaa sopivat ohjelmat ja mittauttaa koneen kaikissa vaadituissa suunnissa.</li> </ul>
Valitun standardin mukainen toiminta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ajattaa sopivat ohjelmat ja mittauttaa koneen kaikissa vaadituissa suunnissa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laskea (arvioida) mittaasepävarmuuden kalibroinnissa</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittaasepävarmuuden laskeminen tai arviointi	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle,</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> <li>• määrittää herkkyyskertoimet ja</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittaasepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittaasepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittaasepävarmuuden suhteessa kalibroinnin vaatimuksiin.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kohteen yksilöinti kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• merkitä kalibroitavan koneen valmistajan, merkin, tyypin, liikeakseleiden pituudet</li> <li>• merkitä mittausanturin tyypin ja numeron, sekä käytetyn mittauskärjen</li> <li>• kirjata ylös manuaalimittakoneella mittaajan ja päiväyksen.</li> </ul>
Olosuhteiden kirjaaminen kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata ylös tilan, jossa kohde on sekä vallitsevat olosuhteet: lämpötila, puhtaus, värinä vetoisuus, paineilman laatu, mahdollisesti myös ulkona vallitseva sää etenkin jos tila rajoittuu ulkoseiniin.</li> <li>• kirjata ylös asteikkojen (tai koneen rungon tai pöydän) ja normaalin lämpötilat kussakin kalibrointimittauksessa.</li> </ul>
Raportointi	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä havainnollisen kalibrointitodistuksen.</li> </ul>
Kalibroinnin epävarmuuden määrittäminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata yksittäisten mittausten epävarmuuden todistukseen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa analysoida kalibrointituloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointitulosten tulkinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• selvittää, mitä tiedot tarkoittavat.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• laskea ja ilmoittaa yksittäisten mittaustulosten mittausepävarmuudet.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja osoittaa ammattitaitonsa kalibroimalla 3D -mittauskoneen. Kalibroinnin voi osoittaa joko koskettavalla 3D-mittauskoneella tai optisella mittauskoneella. Koskettava voi olla NC -tyyppinen tai manuaalinen.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

#### 3.10

##### Optisten mittauslaitteiden kalibrointi

#### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida kaksi valitsemaansa tuotantokappaleitten tai kokoonpanojen mittauksissa tarvittavaa optista mittauslaitetta.

#### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman optisille mittauslaitteille ja toimia sen mukaisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Optisten mittalaitteiden toimintaperiaatteet	Tutkinnon suorittaja tuntee optisten mittalaitteiden <ul style="list-style-type: none"> <li>• rakenteet</li> <li>• merkityksen käytettävään kalibrointimenettelyyn</li> <li>• merkityksen kalibrointinormaalien valintaan.</li> </ul>

Jäljitettävyysetjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjussa</li> <li>• yrityksen päänormaalit</li> <li>• mahdollisuudet päänormaalien kalibrointiin</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Pituuden jäljitettävyyden toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää jäljitettävyyden <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittapaloilla ja</li> <li>• laserinterferometrillä</li> <li>• kalibrintipalvelulla mittalaitteeseen.</li> </ul>
Kulman jäljitettävyyden toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää jäljitettävyyden <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrintinormaaleilla</li> <li>• kollimaattoreilla ja pyöröpöydällä</li> <li>• virhe-erottelulla.</li> </ul>
Ohjeen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• laatii kalibrintiohjeen, mahdollisesti mallien tai standardien mukaan, käyttäen saatavilla olevia välineitä ja tiloja (olosuhteet).</li> </ul>
Hyväksymisrajojen ja kalibrintijaksojen määrittäminen (ISO 9001)	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää yrityskohtaiset hyväksymisrajat tuotteiden ja standardien mukaan</li> <li>• määrittää kalibrintijaksot.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset mittalaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen ja</li> <li>• lämpötilagradienttien merkityksen.</li> </ul>
Värähtelyjen (tärinän) hallinta	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• värähtelyjen merkityksen kalibroinnissa.</li> </ul>
Valaistuksen hallinta	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• riittävän valaistuksen merkityksen ja</li> <li>• paikallisen valaistuksen mahdolliset haitat.</li> </ul>
Perustusten ja lattian tukevuuden valinta	Tutkinnon suorittaja tuntee tukevuuden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• optisten menetelmien käytön ja</li> <li>• ”vesivaakamittausten” kannalta.</li> </ul>
Ilmavirtojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• ilmavirtojen merkityksen kalibroinnissa.</li> </ul>
Suhteellisen kosteuden, puhtauden ja järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean suhteellisen kosteuden merkityksen korroosion ja pölyn kannalta ja</li> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida optisia mittaustuloksille (kaikille laitteille yhteiset)</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee kalibroinnin ennen ja jälkeen virityksen</li> <li>• käsittelee mittalaitteita tarvittavin apuvälinein</li> <li>• tarkastaa linssit ja tähykset</li> <li>• kirjaa mittaustulokset mittausepävarmuusarvioineen ja tarvittaessa tarkastelee tuloksia</li> <li>• kalibroi laitteen käyttäen laatimiaan ohjeita</li> <li>• toistaa mittauksen tarvittaessa.</li> </ul>

Tulosten tarkastelu ja mittalaitteen käsittely kalibroinnin jälkeen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saa oikeita tuloksia (mittausepävarmuusarvion rajoissa)</li> <li>• löytää oikeat virhekomponentit</li> <li>• arvioi mittalaitteiden kunnan merkityksen mittauksen jatkon kannalta</li> <li>• luonnostelee kalibroitodistuksen ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• suojaa arat pinnat</li> <li>• osaa laatia mittausepävarmuuslaskelman.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida mittalaitteita.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Vaaituskojeen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa vaaituskojeen asetukset</li> <li>• tarkastaa tasaimen toimivuuden</li> <li>• tarkastaa lankaristikon pystysuoruuden ja vaakasuunnan kohtisuoruuden</li> <li>• tarkastaa parallaksivirheen</li> <li>• tarkastaa poikkeaman vaakasuunnassa</li> <li>• osaa kalibroida optisen mikrometrin tarvittaessa</li> <li>• tarkastaa fokusoinnin vaikutuksen</li> <li>• osaa valita tähykset ja asettaa ne oikein korkeuden ja etäisyyden suhteen</li> <li>• kalibroi latan tarvittaessa.</li> </ul>
Teodoliitin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa teodoliitin asetukset</li> <li>• tarkastaa tasaimen (manuaalinen/ elektroninen) toimivuuden ja oikeellisuuden</li> <li>• tarkastaa parallaksivirheen</li> <li>• tarkastaa lankaristikon pystysuoruuden ja vaakasuunnan kohtisuoruuden</li> <li>• tarkastaa fokusoinnin vaikutuksen</li> <li>• käyttää kollimaattoreita tai tähyksiä havaintojen tekemiseen</li> <li>• tekee vaakakehän ja pystykehän kalibroinnin</li> <li>• määrittää teodoliitin nollapiste-, kollimaatio-, indeksi- ja tappikaltevuusvirheet.</li> </ul>
Takymetrin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa takymetrin asetukset</li> <li>• tarkastaa tasaimen (manuaalinen/ elektroninen)toimivuuden ja oikeellisuuden</li> <li>• tarkastaa parallaksivirheen</li> <li>• tarkastaa lankaristikon pystysuoruuden ja vaakasuunnan kohtisuoruuden</li> <li>• tarkastaa fokusoinnin vaikutuksen</li> <li>• käyttää kollimaattoreita tai tähyksiä havaintojen tekemiseen</li> <li>• tekee vaakakehän ja pystykehän kalibroinnin</li> <li>• tekee etäisyysmittarin kalibroinnin</li> <li>• määrittää takymetrin nollapiste-, kollimaatio-, indeksi- ja tappikaltevuusvirheet</li> <li>• määrittää tähyksen ja takymetrin prismavakion.</li> </ul>
Suuntauskaukoputken kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa tasaimen toimivuuden ja oikeellisuuden</li> <li>• tarkastaa lankaristikojen kohtisuoruuden</li> <li>• tarkastaa optisen akselin ja ulkopuolisen lieriön yhdensuuntaisuuden</li> <li>• kalibroi optiset mikrometrit</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibroi pentaprisman</li> <li>• tarkastaa fokusoinnin vaikutuksen</li> <li>• käyttää kollimaattoreita tai tähyksiä havaintojen tekemiseen.</li> </ul>
Tasolaserin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa asetukset</li> <li>• tarkastaa tasaimen toimivuuden</li> <li>• tarkastaa lankaristikon pystysuoruuden ja vaakasuunnan kohtisuoruuden</li> <li>• tarkastaa poikkeaman vaakasuunnassa</li> <li>• kalibroi mikrometrin</li> <li>• kalibroi kulma-asteikot tarvittaessa</li> <li>• mittaa laitteen luotettavan toimintamatkan</li> <li>• kalibroi detektorin asteikot</li> <li>• kalibroi latan tai detektorin.</li> </ul>
Laserlinjauslaitteen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa akselikiinnittimet</li> <li>• tarkastaa laitteen lineaari- ja kulma-asteikot</li> <li>• kalibroi pentaprisman</li> <li>• mittaa laitteen luotettavan toimintamatkan.</li> </ul>
Laserseuraimen kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa tasaimen toimivuuden ja oikeellisuuden</li> <li>• tekee vaakakehän ja pystykehän kalibroinnin</li> <li>• tekee absoluutti- ja interferometrietäisyysmittarin kalibroinnin</li> <li>• määrittää laserseuraimen nollapiste-, kollimaatio-, indeksi- ja tappikaltevuusvirheet</li> <li>• määrittää prismavakion</li> <li>• mittaa laitteen luotettavan toimintamatkan tarvittaessa.</li> </ul>
Laserinterferometrin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa prismojen eheyden</li> <li>• tarkastaa kulmaoptioiden prismojen etäisyyden</li> <li>• kalibroi putken aallonpituuden tai tekee vertailumittauksen toiseen kalibroituun laseriin lineaarioptiolla ja kulmaoptiolla</li> <li>• kalibroi ilmanlämpötila- ja paineanturin</li> <li>• kalibroi materiaalianturit</li> <li>• mittaa laitteen stabiiliuden</li> <li>• kalibroi suoruu-, kohtisuoruus- ja kulmanmittausoptiot tarvittaessa</li> <li>• mittaa laitteen luotettavan toimintamatkan tarvittaessa.</li> </ul>
Autokollimaattorin kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tarkastaa laitteen kulma-asteikot</li> <li>• tarkastaa laitteen toiminta-alueen</li> <li>• tarkastaa vesivaa'an</li> <li>• 90° vasteiden aseman tarkastus</li> <li>• vertailupinnan ja putken yhdensuuntaisuuden tarkistus tarvittaessa</li> <li>• kohderistikon ja mittausristikon yhdensuuntaisuuden tarkistus tarvittaessa.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• muodostaa matemaattisen mallin tuloksen muodostamiselle,</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden tuovan kalibroinnin epävarmuuden</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää herkkyykertoimet ja</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kohteen yksilöinti kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• merkitä kalibroitavan laitteen valmistajan, merkin, tyyppin, mittausalueet</li> <li>• merkitä mittauslaitteen identifiointinumeron</li> <li>• kirjata ylös mittajaan ja päiväyksen.</li> </ul>
Olosuhteiden kirjaaminen kalibrointitodistuksessa	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata ylös tilan, jossa laite on sekä vallitsevat olosuhteet: lämpötila, puhtaus, värinä vetoisuus, paineilman laatu,</li> <li>• kirjata ylös asteikkojen (tai laitteen) ja normaalin lämpötilat kussakin kalibrointimittauksessa.</li> </ul>
Raportointi	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• tehdä havainnollisen kalibrointitodistuksen</li> <li>• liittää tarvittavat liitteet kalibrointitodistukseen.</li> </ul>
Kalibroinnin epävarmuus	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjata yksittäisten mittausten epävarmuuden kalibrointitodistukseen</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa analysoida kalibrointituloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Kalibrointitulosten tulkinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• selvittää, mitä tiedot tarkoittavat.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden huomioon ottaminen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• laskea ja ilmoittaa yksittäisten mittaustulosten mittausepävarmuudet</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon osan suorittaja osoittaa ammattitaitonsa kalibroimalla laatimansa suunnitelman mukaisesti kaksi valitsemaansa optista mittauslaitetta ja laatii luonnokset kalibrointitodistuksiksi sekä tekee toisesta kalibroinnista mittausepävarmuuslaskelman.

Tutkinnon osan suorittaja kalibroi optisia mittalaitteita siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.11

#### Suureiden mittaaminen prosessissa

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittajalla on teoreettiset ja tietotekniset valmiudet lämpötilan, paineen, pH-arvon, sähkövirran, jännitteen ja vastuksen mittaamiseen ja mittaustulosten käsittelyyn. Hän osaa mitata näitä suureita prosessissa, ymmärtää ko. suureiden mittaustekniikan ja osaa tehdä mittalaitteiden päivittäistarkastukset.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa mitata perussuureita, kuten lämpötilan, paineen, pH-arvon, sähkövirran, jännitteen ja vastuksen. Hän tuntee suuret ja niiden mittaamisen periaatteet sekä mittaamiseen liittyvät anturi- ja vahvistintekniikat.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mitta-antureiden rakenteen ja käytön tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää antureiden toimintatavat, muunnoksen periaatteet ja antureiden käytön rajoitteet</li> <li>• ymmärtää muunnoksen sähköisen signaalin ja mitattavan suureen yhteyden</li> <li>• ymmärtää siirtotekniikan menetelmät ja niiden ominaisuudet</li> <li>• ymmärtää erityyppisten muunnosten ja siirtoketjujen soveltuvuudet ja virhelähteet</li> <li>• ymmärtää mittausketjun kalibroinnin toteutuksen.</li> </ul>
Mittalaitteiden käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää mittauskohtaisia ohjeita, ymmärtää niiden sisällön ja toimii niiden mukaisesti</li> <li>• käyttää mittalaitteita tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• tietää mittalaitteisiin vaikuttavat virhetekijät</li> <li>• tekee mittalaitteiden päivittäishuollot ja puhdistukset</li> <li>• säilyttää mittalaitteita suojattuina.</li> </ul>
Suureiden lämpötila, paine, pH -arvo, vastus, sähkövirta ja jännite mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee SI -järjestelmän ja sen kansallisen jäljitettävyyden toteamisen</li> <li>• valitsee oikeat mittavälineet</li> <li>• tekee mittaukset itsenäisesti</li> <li>• tietää, mistä saa jäljitettävän mittaussuureen normaalin</li> <li>• tietää mittaussuureiden periaatteelliset virhelähteet.</li> </ul>
Mittaustuloksen luotettavuuden arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittausketjun rakenteen</li> <li>• tietää mittalaitteen hetkellisen arvon ja laskentaan otettavan arvon yhteyden</li> <li>• tietää mittalaitteen oman arvon muodostuksen ja mahdolliset suodatukset</li> <li>• tietää käytännön mittauksissa esiintyvien epävarmuuksien suuruusluokat</li> <li>• osaa mittaasepävarmuuden laskennan periaatteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa mittaustulosten käsittelyn tietotekniikan avulla sekä mittaustulosten raportoinnin ja analysoinnin.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Matematiikka ja luonnontieteet	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee peruslaskutoimitukset</li> <li>• osaa prosenttilaskun</li> <li>• tekee mittayksiköiden muunnokset oikein</li> <li>• tuntee mitattavat suuret ja niihin liittyvät keskeiset fysiikan lait ja käsitteet</li> <li>• tietää lämmön vaikutuksen tilavuuteen ja paineeseen sekä siihen liittyvät vaaratekijät</li> <li>• tuntee tavallisten mitattavien aineiden kemialliset merkit ja perusominaisuudet.</li> </ul>

Tietotekniikka	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa mittaustulosten käsittelyn laskentataulukoilla tai osaa käyttää mittaustulosten käsittelyohjelmaa</li> <li>osaa kirjoittaa mittauspöytäkirjan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työskennellä työterveydestä ja -turvallisuudesta huolehtien prosessiteollisuuden toimintatavoilla. Hän osaa toimia vuorovaikutteisesti sekä tehdä arviointeja ja laatia raportteja.</b>	
Viestintä, vuorovaikutus ja kielitaito	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>viestii asiansa selkeästi</li> <li>toimii vuorovaikutustilanteissa joustavasti ja rakentavasti</li> <li>kirjoittaa selkeitä raportteja ja arviointeja</li> <li>kirjoittaa peruskieliopillisesti oikein</li> <li>ymmärtää englanninkielisiä mittalaitteiden käyttö- ja kalibrointiohjeita</li> <li>ymmärtää englanninkieliset mittausohjeet</li> <li>osaa täyttää mittauspöytäkirjat myös englannin kielellä</li> <li>osaa suusanallisen viestinnän työpaikalla myös englannin kielellä.</li> </ul>
Työterveydestä ja turvallisuudesta huolehtiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>käyttää ergonomisesti oikeita työasentoja</li> <li>käyttää työkohteessa riittävää valaistusta</li> <li>käyttää vaadittuja suojavälineitä</li> <li>noudattaa kohteen vaatimia työsuojelu vaatimuksia</li> <li>tuntee käsiteltävien laitteiden ja aineiden turvallisuusriskit.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittauslaitteiden päivittäistarkastukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Päivittäistarkastukset	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>päivittäistarkastusten vaikutuksen mittauslaitteen mittauskykyyn</li> <li>päivittäistarkastusten ja kalibroinnin eron.</li> </ul>
Jäljitettävyydestä huolehtiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää jäljitettävyyshetken merkityksen</li> <li>ymmärtää normaalien kalibrointien merkityksen.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan mittaamalla ammattitaitovaatimuksissa määriteltyjä suureita ja tekemällä mittalaitteiden päivittäistarkastuksia sopivilla mittalaitteilla ja välineillä. Tutkinnon suorittaja laatii mittauspöytäkirjoja ja käsittelee mittaustuloksia tarkoituksenmukaista ohjelmistoa käyttäen. Mittaamisen ja mittaustulosten käsittelyn ammattitaito osoitetaan työtä tehden siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan pääosiltaan ammattitaitovaatimuksia myös tietotekniikan käytössä ja ohjelmistojen hallinnassa. Ammattitaidon osoittamista täydennetään tarvittavilta osilta teoriakokeella esimerkiksi matemaattis- luonnontieteellisessä osaamisessa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työtä tehden eikä sitä ole tarkoituksenmukaista osoittaa teoriakokeella, ammattitaidon osoittamista täydennetään haastattelujen, erillistehtävien ja muiden luotettavien menetelmien avulla esimerkiksi äidinkielen ja englannin kielen hallinnassa.

## 3.12

## Raskaan ajoneuvokaluston tarkastuslaitteiden kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee katsastuksen tai korjaamon tarkastuksen perusvaatimukset mittausten suhteen. Tutkinnon suorittaja tuntee katsastuksessa tai korjaamon tarkastuksessa käytettävät mittauslaitteet ja niiden tarkoituksen, tuntee niiden toiminnan ja käyttötavat sekä osaa tehdä niille kalibrointisuunnitelman. Hän osaa myös käsitellä tuloksia kalibrointitodistuksen tekemiseksi ja mittausepävarmuuden laskemiseksi.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman katsastusaseman tai korjaamon laitteille (ei-automaattiset vaa'at, painemittarit, jarrudynamometrit) ja toimia sen mukaisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Katsastusvaatimusten tuntemus mittalaitteiden osalta	Tutkinnon suorittaja tuntee määräykset, jotka koskevat katsastuksessa tai korjaamon tarkastuksessa käytettäviä mittauslaitteita: <ul style="list-style-type: none"> <li>• käytettävät laitteet</li> <li>• laitteiden tarkoituksenmukaisen käytön periaatteet</li> <li>• mittalaitteisiin vaikuttavien virhetekijöiden yleiset periaatteet</li> <li>• laitteisiin kohdistuvat vaatimukset erityisesti mittauksien suhteen.</li> </ul>
Asetuksien ja ohjeiden sisältöjen tunteminen mittausten suhteen	Tutkinnon suorittaja tuntee mittausten suhteen: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Laki ajoneuvojen katsastusluvista 1099/1998, § 13</li> <li>• katsastuksen periaatteet mittausten suhteen, LVM päätös 202/1999, §13</li> <li>• ohjeen jarruista (LVM päätös 631/1990 §95, AKE36/2000, 3.3.2000)</li> <li>• ohjeen ajoneuvon painon määrittämisestä</li> <li>• AKE ohje 2376/121/2001.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee kalibroinnin pääperiaatteet.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittauslaitteen kalibroinnin periaatteiden osaaminen	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittauslaitteiden käytössäpidon ja kalibroinnin periaatteet</li> <li>• mittauslaitteisiin vaikuttavien virhetekijöiden yleiset periaatteet</li> <li>• mittauslaitteiden vaatimat päivittäishuoltojen ja puhdistusten periaatteet.</li> <li>• tuntee tarvittavat mittauskohtaiset ohjeet</li> <li>• ymmärtää ohjeiden sisällön ja osaa toimia niiden mukaisesti</li> <li>• mittauslaitteiden asiallisen säilyttämisen merkityksen.</li> </ul>
Jäljitettävyysetjuna suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjuna</li> <li>• osaa erottaa mittalaitteelta vaaditun mittausepävarmuuden ja kalibroinnin mittausepävarmuuden</li> <li>• tuntee yrityksen käyttönormaalit,</li> <li>• mahdollisuudet käyttönormaalien kalibrointiin ja</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Osaa valita käytettävät normaalit	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• valita normaalit huomioiden mittausalueen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset raskaan ajoneuvokaluston tarkastuslaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilan vaikutuksen arviointi	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan,</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta,</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen.</li> </ul>
Laitteiden kiinnityksen (perustuksen) asiallisuuden, värinän merkityksen (värähtelyjen hallinta) ja ympäristön vaikutuksen arviointi (ilmavirrat, lämpötila)	Tutkinnon suorittaja tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• laitteen toiminnan kannalta</li> <li>• ymmärtää vaatimukset kalibroinnin suorituksesta laitteen käyttöpaikalla.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskennan periaatteet</li> <li>• tunnistaa epävarmuuskomponentit,</li> <li>• osaa laskea kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa käyttövaatimuksiin.</li> </ul>
Kalibrointitodistus	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjoittaa kalibrointitodistuksen mittaustulosten perusteella.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää vertailumittauksen tavoitteen</li> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen,</li> <li>• En -arvon merkityksen ja</li> <li>• toteutusaikataulun.</li> </ul>
Järjestelyt vertailumittauksissa	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• olosuhteet vertailumittauksissa,</li> <li>• mittauskohteet vertailumittauksissa,</li> <li>• hallitut muutokset ja</li> <li>• vertailumittausten suorittaja(t).</li> </ul>
Stabiiliusseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaikutus kalibrointijaksojen pituuteen,</li> <li>• vaikutus mittausepävarmuuteen,</li> <li>• vaikutus ostopalvelun luotettavuuteen ja</li> <li>• oikeitten välineitten valinta seurantaan.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan raskaiden ajoneuvojen katsastustoimintaan liittyvien mittausten osalta teoriakokeella. Tutkinnon suorittaja osoittaa ammattitaitonsa tekemällä annetuille mittausesimerkeille kalibrointipöytäkirjat epävarmuuksineen tarkoituksenmukaista ohjelmistoa käyttäen. Mittaustulosten käsittelyn ammattitaito osoitetaan siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan pääosiltaan ammattitaitovaatimuksia myös tietotekniikan käytössä, ohjelmistojen hallinnassa ja matemaattis- luonnontieteellisessä osaamisessa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida edellä olevalla tavalla osoittaa sitä täydennetään haastattelujen, erillistehtävien ja muiden luotettavien menetelmien avulla esimerkiksi äidinkielen ja englannin kielen hallinnassa.

### 3.13

#### Lämpötilan mittaustilanteiston kalibrointi

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee lämpötilan mittaustilanteiden käyttötavat sekä osaa kalibroida lämpötilan mittaustilanteiston (ei koske IR-laitteita eikä pyrometrejä) ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

##### Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman lämpötilan mittaustilanteistolle ja toimia sen mukaisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilan mittaustilanteistojen toimintaperiaatteiden tuntemus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen keskinäisen riippuvuuden (lämmön siirtyminen)</li> <li>• tuntee lämpötilan mittaustilanteistot ja niiden toimintaperiaatteet</li> <li>• ymmärtää eron anturin ja vahvistimen välillä (mittausketju).</li> <li>• ymmärtää eri anturityypit ja niiden ominaisuudet mittausten luotettavuuden kannalta käytännön kytkennöissä.</li> </ul>
Lämpötilan mittaustilanteita koskevien standardien ja ohjeiden tunteminen	<p>Tutkinnon suorittaja tuntee</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan mittaustilanteiston kalibroinnin yleisohjeen, esim. julkaisu Mikes J4/2005</li> <li>• anturien standardit ja toleranssit</li> <li>• tuntee laitekohtaisen kalibrointi-menettelyn.</li> </ul>
Jäljitettävyyssketjun suunnittelu ja toteuttaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää miten jäljitettävyyssketju muodostuu ja osaa soveltaa sitä.</li> <li>• osaa määrittää mittausepävarmuuden jäljitettävyyssketjussa</li> <li>• tuntee lämpötilan mittaustilanteistolta vaaditun mittausepävarmuuden käyttö-tilanteessa</li> <li>• tuntee käytettävissä olevat käyttönormaalit</li> <li>• osaa valita normaalit huomioiden mittaustilanteen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun mittanormaalien kalibrointiin.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset lämpötilan mittausseläitteistojen kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ympäristön olosuhteiden hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen mittauskytkentöihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen ja</li> <li>• osaa eliminoida näiden vaikutuksen kalibroinnissa.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• normaalien tunnistamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida lämpötilan mittausseläitteiston.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Lämpötilan mittausseläitteiston kalibrointi: <ul style="list-style-type: none"> <li>– vastusanturin kalibrointi</li> <li>– termoelementti anturin kalibrointi</li> <li>– vahvistimien/ lähettimien kalibrointi</li> </ul>	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee lämpötilan mittausseläitteiston toiminnan ja osaa tarkastaa niiden toiminta kunnan</li> <li>• osaa anturin ja vahvistimen väliset liitokset</li> <li>• tietää ko. mittausseläitteiston parametrien merkityksen ja määrittelyn</li> <li>• osaa kalibroida ja virittää ko. läteiston mittanormaaleja käyttäen</li> <li>• osaa kalibroida lämpötilan mittausseläitteiston komponentit kunkin erikseen ja koko ketjun yhdessä</li> <li>• tuntee käytettävän normaalin rakenteen ja sen käyttöedellytykset kalibroitavalle kohteelle (haude ja vertailunormaali)</li> <li>• osaa valita sopivat kalibrointipisteet ja perustella valinnat</li> <li>• ottaa huomioon mittausseläitteistojen aikavakiot kalibroinnin aikana</li> <li>• huolehtii, ettei ympäristön lämpötilan muuttuminen vaikuta oleellisesti kalibrointitulokseen</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittausseläitteistön ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Kalibrointitodistuksen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa yksilöidä kalibrointikohteen (tunnistetiedot)</li> <li>• osaa kirjata tulokset ja mittausseläitteistön varmuuden</li> <li>• osaa kirjata kalibrointiolosuhteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laskea mittausseläitteistön varmuuden kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausseläitteistön varmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskenta- periaatteet ja osaa laskea mittausseläitteistön varmuuden</li> <li>• osaa arvioida standardipoikkeamat virhelähteille</li> <li>• tuntee normaalin jäljitettävyyden osuuden kalibroinnin epävarmuudesta</li> <li>• ymmärtää herkkyyskertoimen käytön</li> <li>• osaa yhdistää epävarmuustekijät mittausseläitteistön varmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertailumittauksen tarkoituksen</li> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen</li> <li>• En -arvon merkityksen</li> <li>• milloin vertailumittauksia tulee tehdä.</li> </ul>
Stabiilius seurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrointien välin pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen</li> <li>• mittauskohteen vaikutuksen mittausepävarmuuteen ja kalibrointiväliin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa työskennellä työterveydestä ja -turvallisuudesta huolehtien prosessiteollisuuden toimintatavoilla. Hän osaa toimia vuorovaikutteisesti sekä tehdä arviointeja ja laatia raportteja.</b>	
Viestintä, vuorovaikutus ja kielitaito	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• viestii asiansa selkeästi</li> <li>• toimii vuorovaikutustilanteissa joustavasti ja rakentavasti</li> <li>• kirjoittaa selkeitä raportteja ja arviointeja</li> <li>• kirjoittaa peruskieliopillisesti oikein</li> <li>• ymmärtää englanninkielisiä mittalaitteiden käyttö- ja kalibrointiohjeita</li> <li>• ymmärtää englanninkieliset mittausohjeet</li> <li>• osaa täyttää mittauspöytäkirjat myös englannin kielellä</li> <li>• osaa suusanallisen viestinnän työpaikalla myös englannin kielellä.</li> </ul>
Työterveydestä ja turvallisuudesta huolehtiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää ergonomisesti oikeita työasentoja</li> <li>• käyttää työkohteessa riittävää valaistusta</li> <li>• käyttää vaadittuja suojavälineitä</li> <li>• noudattaa kohteen vaatimia työsuojeluvaatimuksia</li> <li>• tuntee käsiteltävien laitteiden ja aineiden turvallisuusriskit.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla kaksi mittauslaitteistoa antureina pt100 ja termopari mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Kalibrointiin kuuluu laitteiston kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittauslaitteiston virittäminen sekä kalibrointisuunnitelman, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinnat. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja osoittaa normaalin käytön laskelmissa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

## 3.14

## Paineen mittausrakenteiston kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee paineen mittausrakenteiston (sis. lähettimet) rakenteen ja käyttötavat sekä osaa kalibroida paineen mittausrakenteiston ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

## Arviointi (arviointin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia paineen mittausrakenteiston kalibrointisuunnitelman.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Paineen mittausrakenteistojen toimintaperiaatteiden tuntemus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen riippuvuuden</li> <li>• tuntee painemittarien rakenteet ja niiden merkityksen</li> <li>• tuntee mittausrakenteiston toiminnan käyttökohteessa</li> <li>• ymmärtää eron anturin ja muuntimen/lähetimen välillä.</li> </ul>
Painemittareita koskevien standardien ja ohjeiden tunteminen	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• painemittaristandardin</li> <li>• painemittarin kalibroinnin yleisohjeen (esim. Mikes J1/2011)</li> <li>• tuntee laitekohtaisen kalibrointimenettelyn.</li> </ul>
Jäljitettävyydetjun tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää miten jäljitettävyydetju muodostuu ja osaa soveltaa sitä.</li> <li>• osaa määrittää mittausepävarmuuden jäljitettävyydetjussa</li> <li>• tuntee painemittarilta vaaditun mittausepävarmuuden käyttötilanteessa</li> <li>• tuntee käytettävissä olevat käyttönormaalit</li> <li>• osaa valita normaalit huomioiden mittausrakenteen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa arvioida eri paineiden käytettävyyden; kenttäkalibrointi, laboratoriolaitteet (vesipatsas, käsipumppu, painevaaka)</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun mittanormaalien kalibrointiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset paineen mittausrakenteiston kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen.</li> </ul>
Kalibrointilaitteen toiminta eri ympäristöissä, sijoituspaikka (tärinä) ja ympäristön arviointi (ilmavirrat, lämpötila)	Tutkinnon suorittaja tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• laitteiden toiminnan kannalta</li> <li>• ilmanpaineen merkityksen kalibrointiin.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• normaalien tunnistamisen.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida paineen mittausslaitteistoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Painemittausslaitteiston kalibrointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee painemittarin/lähettimen ominaisuudet ja toimivuuden</li> <li>tarkastaa painemittarin sisäiset asetukset (erityisesti lähetin), myös radiolähettimen osalta</li> <li>esikuormittaa painemittarin ja tarkastaa sen käyttäytymisen kalibrointipaikassa</li> <li>osaa valita käytettävän normaalin</li> <li>tarkastaa normaalin kunnan ja lämpötilan</li> <li>tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>suorittaa herkkyystestin ja virittää lähettimen, jos tilaaja on sitä vaatinut</li> <li>suorittaa ylö-alaskuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>suorittaa toistotestin ohjeen mukaisesti</li> <li>suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Kalibrointitodistuksen laatiminen	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>yksilöidä kalibrointikohteen (tunnistetiedot)</li> <li>kirjata tulokset ja laskea mittausepävarmuuden</li> <li>kirjata kalibrointiolosuhteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskeminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskenta periaatteet</li> <li>osaa arvioida standardipoikkeamat virhelähteille</li> <li>tuntee normaalin osuuden kalibroinnin epävarmuudesta</li> <li>ymmärtää herkkyyskertoimen käytön</li> <li>osaa yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	<p>Tutkinnon suorittaja ymmärtää</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>vertailumittauksen tarkoituksen</li> <li>oikeana pidettävän arvon merkityksen</li> <li>kohteen valinnan merkityksen</li> <li>En-arvon merkityksen ja</li> <li>milloin vertailumittauksia tulee tehdä.</li> </ul>
Stabiilius seurannan suunnittelu ja käyttö	<p>Tutkinnon suorittaja ymmärtää</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>kalibrointien välin pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen,</li> <li>mittauskohteen vaikutuksen mittausepävarmuuteen ja kalibrointiväliin.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla paineen mittausslaitteisto mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Kalibrointiin kuuluu laitteiston kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittausslaitteiston virittäminen sekä kalibrointisuunnitelman, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinnat. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja osoittaa normaalin käytön laskelmissa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

## 3.15

## pH:n mittauslaitteiston kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee pH-mittauslaitteiden käyttötavat sekä osaa kalibroida pH:n mittauslaitteiston ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia pH -mittauslaitteiston kalibrointisuunnitelman.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
pH:n mittauslaitteiston toimintaperiaatteiden tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen keskinäisen riippuvuuden (jännitteen muodostuminen)</li> <li>• tuntee pH:n mittauslaitteet ja niiden toimintaperiaatteet</li> <li>• ymmärtää eron anturin ja vahvistimen välillä (mittausketju).</li> <li>• ymmärtää eri anturityypit, rakenteet ja niiden ominaisuudet mittausten luotettavuuden kannalta käytännön kytkennöissä.</li> </ul>
pH:n mittauslaitteita koskevat standardit ja ohjeet	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH:n mittauslaitteiston kalibroinnin yleisohjeet</li> <li>• laitekohtaisen kalibrointimenettelyn.</li> </ul>
Jäljitettävyysetjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää miten jäljitettävyysetju muodostuu ja osaa soveltaa sitä.</li> <li>• osaa määrittää mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjussa</li> <li>• tuntee pH:n mittauslaitteistolta vaaditun mittausepävarmuuden käyttö-tilanteessa</li> <li>• tuntee käytettävissä olevat käyttönormaalit</li> <li>• osaa valita normaalit huomioiden mittausalueen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa hankkia tarvittavat mittanormaalit.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset mittalaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen mittalaitteisiin</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen mitattavan nesteeseen pH:hon</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen</li> <li>• osaa eliminoida näiden vaikutuksen kalibroinnissa.</li> </ul>
Mittaus näytteen käsittely	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan vaikutuksen mitattavan nesteeseen pH:hon</li> <li>• Näytteenoton ja kalibroinnin välisen ajan merkityksen näytteen pH arvoon</li> <li>• Ilman vaikutuksen näytteen pH arvoon ja</li> <li>• Osaa toiminnallaan eliminoida yllämainittujen asioiden vaikutuksen kalibroinnin lopputulokseen.</li> </ul>
Referenssinesteiden käsittely	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• säilyttää referenssit puhtaina kalibrointitilanteessa</li> <li>• säilyttää referenssinesteitä oikein kalibrointien välillä.</li> </ul>

Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• normaalien tunnistamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida pH -mittauslaitteiston.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
pH:n mittaus laitteiston kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee pH:n mittauslaitteiston toiminnan ja osaa tarkastaa niiden toiminnan ja kunnan</li> <li>• osaa anturin ja vahvistimen väliset liitokset</li> <li>• tietää ko. mittalaitteiston parametrien merkityksen ja määrittelyn</li> <li>• osaa kalibroida ja virittää ko.laitteiston puskuriliuoksia käyttäen</li> <li>• osaa valita sopivat kalibrointipisteet ja perustella valinnat</li> <li>• huolehtii puskuriliuosten puhtaana säilymisestä kalibroinnin aikana</li> <li>• ottaa huomioon mittauslaitteistojen aikavakiot kalibroinnin aikana</li> <li>• huolehtii ettei lämpötilan muuttuminen vaikuta oleellisesti kalibrointitulokseen</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Kalibrointitodistuksen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa yksilöidä kalibrointikohteen (tunnistetiedot)</li> <li>• osaa kirjata tulokset ja laskea mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa kirjata kalibrointiolosuhteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskennan periaatteet</li> <li>• osaa arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• tuntee normaalin osuuden kalibroinnin epävarmuudesta</li> <li>• ymmärtää herkkyyskertoimen käytön</li> <li>• osaa yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Kalibrointi vertailumittausta käyttäen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• valita kohteeseen sopivan vertailumittauksen tai käyttää mittauspalvelua</li> <li>• ottaa huomioon näytteen oton ajankohdan mittauksen ajankohdan välisen aika eron vaikutuksen pH:n muuttumiseen mittauskohteessa</li> <li>• näytteen käsittelyn kun vertailumittaus tehdään jossain muualla kuin mittauskohteessa</li> <li>• Osaa siirtää vertailumittauksella saadun arvon kalibroitavaan mittauslaitteistoon.</li> </ul>
Stabiilius seurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrointien välin pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen</li> <li>• mittauskohteen likaavuuden ja kuluttavuuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen ja kalibrointiväliin</li> <li>• mittauskohteen pH:n ja lämpötilan vaikutuksen kalibrointien väliseen aikaan.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa työskennellä työterveydestä ja -turvallisuudesta huolehtien prosessiteollisuuden toimintatavoilla. Hän osaa toimia vuorovaikutteisesti sekä tehdä arviointeja ja laatia raportteja.</b>	
Viestintä, vuorovaikutus ja kielitaito	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• viestii asiansa selkeästi</li> <li>• toimii vuorovaikutustilanteissa joustavasti ja rakentavasti</li> <li>• kirjoittaa selkeitä raportteja ja arviointeja</li> <li>• kirjoittaa peruskieliopillisesti oikein</li> <li>• ymmärtää englanninkielisiä mittalaitteiden käyttö- ja kalibrointiohjeita</li> <li>• ymmärtää englanninkieliset mittaushjeet</li> <li>• osaa täyttää mittauspöytäkirjat myös englannin kielellä</li> <li>• osaa suusanallisen viestinnän työpaikalla myös englannin kielellä.</li> </ul>
Työterveydestä ja turvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää ergonomisesti oikeita työasentoja</li> <li>• käyttää työkohteessa riittävää valaistusta</li> <li>• käyttää vaadittuja suojavälineitä</li> <li>• noudattaa kohteen vaatimia työsuojelu vaatimuksia</li> <li>• tuntee käsiteltävien laitteiden ja aineiden turvallisuusriskit.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla pH-mittauslaitteisto mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Kalibrointiin kuuluu laitteiston kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittauslaitteiston virittäminen sekä kalibrointisuunnitelman, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinnat. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja osoittaa normaalin käytön laskelmissa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, sitä täydennetään haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

#### 3.16

##### Johtokyvyn mittauslaitteiston kalibrointi

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee johtokyvyn mittauslaitteiden käyttötavat, osaa kalibroida johtokyvyn mittauslaitteiston ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman johtokyvyn mittaustulosteille ja suorittaa kalibrointityön suunnitelmallisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Johtokyvyn mittaustulosteiston toimintaperiaatteiden tuntemus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen keskinäisen riippuvuuden</li> <li>• tuntee johtokyvyn mittaustulosteet ja niiden toimintaperiaatteet</li> <li>• ymmärtää eron anturin ja vahvistimen välillä (mittausketju).</li> <li>• ymmärtää eri anturityypit ja niiden ominaisuudet mittausten luotettavuuden mittaustulosteissa</li> <li>• tietää kennovakion merkityksen.</li> </ul>
Johtokyvyn mittaustulosteita koskevat standardit ja ohjeet	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• johtokyvyn mittaustulosteiston kalibroinnin yleisohjeet</li> <li>• tuntee johtokyvyn laadut ja laatumuutokset</li> <li>• tuntee laitekohtaisen kalibrointimenettelyn.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tietää olosuhdevaatimukset johtokyvyn mittaustulosteiden kalibroinnissa ja osaa toimia niiden toteutumiseksi.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen mitattavan nesteen johtokykyyn</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen</li> <li>• lämpötilan korjauskertoimen käytön.</li> </ul>
Mittaus näytteen käsittely	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• lämpötilan vaikutuksen mitattavan nesteen johtokykyyn</li> <li>• näytteenoton ja kalibroinnin välisen ajan merkityksen näytteen johtokyky arvoon</li> <li>• ilman vaikutuksen näytteen johtokyky- arvoon ja</li> <li>• osaa toiminnallaan eliminoida yllämainittujen asioiden vaikutuksen kalibroinnin lopputulokseen.</li> </ul>
Referenssinesteiden käsittely	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• säilyttää referenssit puhtaina kalibrointitulosteissa</li> <li>• säilyttää referenssinesteitä oikein kalibrointien välillä.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• normaalien tunnistamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida johtokyvyn mittaustulosteita.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Johtokyvyn mittaustulosteiston kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee johtokyvyn mittaustulosteiston toiminnan ja osaa tarkastaa niiden toiminta kunnan</li> <li>• tietää ko. mittalaitteiston parametrien merkityksen ja määrittelyn</li> <li>• osaa anturin ja vahvistimen väliset liitokset</li> <li>• osaa kalibroida ja virittää ko.laitteiston standardiliuoksia käyttäen</li> <li>• osaa valita sopivat kalibrointipisteet ja perustella valinnat</li> <li>• huolehtii standardiliuosten puhtaana säilymisestä kalibroinnin aikana</li> <li>• ottaa huomioon mittaustulosteiden aikavakiot kalibroinnin aikana</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii ettei lämpötilan muuttuminen vaikuta oleellisesti kalibrointitulokseen</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Kalibrointitodistuksen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa yksilöidä kalibrointikohteen (tunnistetiedot)</li> <li>• osaa kirjata tulokset ja laskea mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa kirjata kalibrointiolosuhteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuden kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittauksen epävarmuuden laskenta periaatteet</li> <li>• arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• määrittää jäljitettävyyden osuuden kalibroinnin epävarmuudesta</li> <li>• määrittää herkkyysherktoimet ja</li> <li>• yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa tuotannon vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Kalibrointi vertailumittausta käyttäen	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• arvioida vertailumittauksen sopivuuden ko. kohteen kalibrointiin</li> <li>• valita kohteeseen sopivan vertailumittauksen tai käyttää mittauspalvelua</li> <li>• ottaa huomioon näytteen oton ajankohdan mittauksen ajankohdan välisen aika eron vaikutuksen johtokyvyn muuttumiseen mittauskohteessa</li> <li>• näytteen käsittelyn kun vertailumittaus tehdään jossain muualla kuin mittauskohteessa</li> <li>• siirtää vertailumittauksella saadun arvon kalibroitavaan mittauslaitteistoon.</li> </ul>
Stabiiliusseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibrointien välin pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen</li> <li>• mittauskohteen likaavuuden ja kuluttavuuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen ja kalibrointiväliin.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla johtokyvyn mittauslaitteisto mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Kalibrointiin kuuluu kalibrointisuunnitelman teko, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinta, laitteistojen kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittalaitteiden virittäminen. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että hän osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja kysyttäessä kertoa mittauslaitteista ammattitaitovaatimuksiksi määritellyt tiedot.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, sitä täydennetään haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

## 3.17

## Ei-automaattisten vaakojen kalibrointi

## Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa käyttää vaakaa, tuntee ei-automaattisesti toimivien vaakojen käyttötavat sekä osaa kalibroida vaa'an ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman ei-automaattisille vaa'oilta ja/tai toimia sen mukaisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Vaakojen toimintaperiaatteiden tuntemus	Tutkinnon suorittaja tuntee vaakojen rakenteet ja niiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• käytettävään kalibrointimenettelyyn</li> <li>• punnusnormaalien valintaan.</li> </ul>
Ei-automaattiseen vaakaan ja sen kalibrointiin liittyvien suositusten/standardien tunteminen	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• suosituksen OIML R76 ja standardin EN 45 501</li> <li>• suosituksen OIML R111</li> <li>• tutkinnon suorittaja tuntee vakauksen ja kalibroinnin eron.</li> </ul>
Jäljitettävyysetjuna suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjussa</li> <li>• vaa'alta vaaditun mittausepävarmuuden käyttötilanteessa</li> <li>• yrityksen käyttönormaalit,</li> <li>• mahdollisuudet käyttönormaalien kalibrointiin ja</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Käytettävien normaalien valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• valita normaalit huomioiden mittausalueen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tietää olosuhdevaatimukset vaakojen kalibroinnissa ja osaa toimia niiden toteutumiseksi.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan,</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta,</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen.</li> </ul>
Värähtelyjen (tärinän) hallinta	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• värähtelyjen merkityksen punnituksessa.</li> </ul>
Vaa'an alustan (perustuksen) tukevuuden ja ympäristön arviointi (ilmavirrat, lämpötila)	Tutkinnon suorittaja tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaa'an toiminnan kannalta</li> <li>• ymmärtää vaatimuksen kalibroinnin suorituksesta vaa'an käyttöpaikalla.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• punnusnormaalien tunnistamisen.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja ymmärtää aiheeseen liittyvät turvallisuusriskit ja osaa huomioida ne työssään</b>	
Turvallisuus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää ergonomisesti oikeita työasentoja</li> <li>• käyttää työkohteessa riittävää valaistusta</li> <li>• käyttää vaadittuja suojavälineitä</li> <li>• noudattaa kohteen vaatimia työsuojelu vaatimuksia</li> <li>• tuntee käsiteltävien laitteiden ja aineiden turvallisuusriskit.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida ei-automaattisesti toimivia vaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Ei-automaattisen vaa'an kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa'an ominaisuudet ja toimivuuden</li> <li>• osaa tarkastaa vaa'an sisäiset asetukset</li> <li>• osaa esikuormittaa vaa'an ja tarkastaa sen käyttäytymisen kalibrointipaikassa</li> <li>• osaa valita punnusnormaalit</li> <li>• osaa arvioida normaalien kunnan ja lämpötilan</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa herkkyystestin ja virittää vaa'an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa ”ylös-alas”-kuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja osaa arvioida tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuden kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskentaperiaatteet (tilastomatematiikan perusteet)</li> <li>• tunnistaa epävarmuuskomponentit ja niiden standardihajonnat</li> <li>• osaa laskea annetun esimerkin mittausepävarmuuden</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan kalibroinnin mittausepävarmuuden suhteessa vaa'alla suoritettujen mittauksen vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertailumittauksen tarkoituksen</li> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen,</li> <li>• En -arvon merkityksen ja</li> <li>• milloin vertailumittauksia tulee tehdä.</li> </ul>
Järjestelyt vertailumittauksissa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suunnitella vertailumittauksen</li> <li>• ymmärtää olosuhteiden vaikutuksen vertailumittauksissa,</li> <li>• ymmärtää mittauskohteiden merkityksen vertailumittauksissa ja</li> <li>• vertailumittausten analysoinnin.</li> </ul>
Stabiilius seurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suunnitella stabiilius seurannan</li> <li>• ymmärtää kalibrointijaksojen pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla ei-automaattisesti toimivia vaakoja mahdollisimman aidoissa työelämän tilanteissa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaitovaatimukset tulee osoitettua. Kalibrointiin kuuluu kalibrointisuunnitelmien teko, mittauspöytäkirjojen ja kalibrointitodistusten laadinnat, laitteistojen kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittauslaitteiden virittäminen. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että hän osaa perustella tarkkuusluokkien valinnat, kalibroinneissa käytettävien normaalien valinnat sekä määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja kertoa mittauslaitteiden tarkkuutta koskevien vaatimusten pääsisällöt.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydennetään haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.18

#### Automaattisten vaakojen kalibrointi

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee ei-itsetoimisten vaakojen käyttötavat ja osaa käyttää tavallisimpia automaattisia vaakoja. Hän osaa kalibroida automaattisia määrävaakoja ja jatkuvatoimisia ja summaavia vaakoja sekä automaattisia painoon perustuvia täyttövaakoja tai epäjatkuvasti summaavia erävaakoja tai joko ajoneuvojen tai rautatievaunujen punnituksessa käytettäviä automaattisia siltavaakoja.

##### Arviointi (arviointin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman ei-itsetoimiville vaa'oilta.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Vaakojen toimintaperiaatteiden tunteminen	Tutkinnon suorittaja tuntee vaakojen rakenteet ja niiden merkityksen <ul style="list-style-type: none"> <li>• käytettävään kalibrointimenettelyyn</li> <li>• punnusnormaalien valintaan</li> <li>• tuntee materiaalien käyttäytymisen merkityksen vaa'an toiminnalle</li> <li>• tuntee myös punnusnormaalien korvaamisen ja toteutuksen tuotteella.</li> </ul>
Automaattiseen vaa'kaan ja sen kalibrointiin liittyvät suositukset/standardit siltä osin kuin ne liittyvät vaa'an kalibrointiin ja jäljitettävyyteen	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• MID direktiivin vaakojen tarkkuusvaatimuksien osalta</li> <li>• jatkuvatoimiset automaattiset summaavat vaa'at (OIML R50)</li> <li>• automaattiset määrävaat (OIML R51)</li> <li>• automaattiset painoon perustuvat täyttövaat (OIML 61)</li> <li>• automaattiset siltavaat rautatievaunujen punnitukseen (OIML R106)</li> <li>• epäjatkuvasti summaavat erävaat (OIML R107)</li> <li>• automaattiset siltavaat ajoneuvojen punnitukseen (OIML R134)</li> <li>• tutkinnon suorittaja tuntee vakauksen ja kalibroinnin eron.</li> </ul>
Jäljitettävyysetjuna suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja selvittää <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittausepävarmuus jäljitettävyysetjussa ja erityisesti kun tuotteesta muodostetaan normaali</li> <li>• vaa'alta vaaditun mittausepävarmuuden käyttötilanteessa</li> <li>• yrityksen käyttönormaalit</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• mahdollisuudet käyttönormaalien kalibrointiin ja</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Osaa valita käytettävät normaalit	<p>Tutkinnon suorittaja osaa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valita normaalit huomioiden mittausalueen sekä kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden</li> <li>• osaa muodostaa tuotteesta normaalin ja laskea sille mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset vaakojen kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja tietää</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan,</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta,</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen.</li> </ul>
Värähtelyjen (tärinän) hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja tuntee</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• värähtelyjen merkityksen punnituksessa.</li> </ul>
Vaa'an alustan (perustuksen) tukevuuden ja ympäristön arviointi (ilmavirrat, lämpötila)	<p>Tutkinnon suorittaja tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaa'an toiminnan kannalta</li> <li>• ymmärtää vaatimuksen kalibroinnin suorituksesta vaa'an käyttöpaikalla.</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja ymmärtää</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>• punnusnormaalien tunnistamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida automaattisia määrävaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa'an kalibrointi, automaattiset määrävaa'at (OIML R51)	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa'an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• osaa luokitella sen tarkkuusvaatimusten suhteen</li> <li>• tarkastaa vaa'an sisäiset asetukset</li> <li>• esikuormittaa vaa'an staattisesti ja tarkastaa sen käyttäytymisen</li> <li>• osaa valita punnusnormaalit tai muodostaa tuotteesta tarvittavat normaalit vaaditulla mittausepävarmuudella</li> <li>• osaa valita näytemäärän ja sen kontrollimenetelmän</li> <li>• tarkastaa normaalien kunnan</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet ja osaa arvioida sen luotettavuuden</li> <li>• suorittaa herkkyydestin ja virittää vaa'an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa herkkyydestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa ylöalaskuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa automaattisen osuuden testauksen ohjeen mukaisesti.</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida automaattisia jatkuvatoimisia ja summaavia vaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa'an kalibrointi, jatkuvatoimiset automaattiset summaavat vaa'at (OIML R50)	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa'an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa vaa'an sisäiset asetukset</li> <li>• esikuormittaa vaa'an ja tarkastaa sen käyttäytymisen</li> <li>• osaa tarkistaa vaa'an asennuksen ja sen toimintaan vaikuttavat tekijät</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita normaalina käytettävän vertailumateriaalin ja sen määrän</li> <li>• osaa valita näytemäärän kontrollimenetelmän</li> <li>• osaa valvoa materiaalin käsittelyn ja varmentaa tulosten luotettavuuden</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• osaa määrittää kuljettimen ne ominaisuudet, jotka vaikuttavat punnitukseen</li> <li>• suorittaa nollapisteajon tyhjällä hihnalla</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ja virittää vaa’an</li> <li>• suorittaa staattisen kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen ylöalaskuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa automaattisen osuuden testauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa materiaalitestin</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida automaattisia painoon perustuvia täyttövaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa’an kalibrointi, automaattiset painoon perustuvat täyttövaa’at (OIML 61).	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa’an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa vaa’an sisäiset asetukset ja automaattiseen punnitukseen vaikuttavat toimintaparametrit</li> <li>• osaa arvioida materiaalin syöttöön liittyvien laitteiden kunnan ja toiminnan vaa’an kannalta</li> <li>• esikuormittaa vaa’an staattisesti ja tarkastaa sen käyttäytymisen, jos laitteen kalibrointi sitä vaatii</li> <li>• osaa valita punnusnormaalit tai tarkastusvaa’an</li> <li>• tarkastaa normaalien kunnan</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ja virittää vaa’an, jos laite sitä vaatii</li> <li>• suorittaa staattisen kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti, jos laite sitä vaatii</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ohjeen mukaisesti, jos laite sitä vaatii</li> <li>• suorittaa staattisen toistokykytestin ohjeen mukaisesti, jos laite sitä vaatii</li> <li>• suorittaa staattisen ylöalaskuormauksen ohjeen mukaisesti, jos laite sitä vaatii</li> <li>• suorittaa automaattijona punnitustestin ohjeen mukaan</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida ajoneuvojen punnituksessa käytettäviä automaattisia siltavaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa’an kalibrointi, automaattiset siltavaa’at ajoneuvojen punnitukseen (OIML R134).	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa’an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa vaa’an sisäiset asetukset</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• esikuormittaa vaa’an ja tarkastaa sen käyttäytymisen kalibrointipaikassan</li> <li>• osaa valita punnusnormaalit ja punnusnormaalina käytettävät ajoneuvot</li> <li>• tarkastaa normaalien kunnan</li> <li>• osaa valita tarkastusvaa’an, jos kalibroitavaa vaakaa ei voida tähän käyttää</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ja virittää vaa’an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa staattisen kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen ylöalaskuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa automaattiajona punnitustestin ohjeen mukaan</li> <li>• suorittaa herkkyydestin ja virittää vaa’an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittaausepävarmuuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida rautatievaunujen punnituksessa käytettäviä automaattisia siltavaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa’an kalibrointi, automaattiset siltavaa’at rautatievaunujen punnitukseen (OIML R106).	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa’an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa vaa’an sisäiset asetukset</li> <li>• tuntee rautateiden käytännön vaunujen punnituksessa ja rautateiden turvamääräykset työhön vaikuttavilta osin</li> <li>• tarkasta vaa’an mekaaniset osat ja kiskojen kunnan</li> <li>• esikuormittaa vaa’an ja tarkastaa sen käyttäytymisen kalibrointipaikassa</li> <li>• osaa valita punnusnormaalit</li> <li>• tarkastaa normaalien kunnan</li> <li>• osaa valita punnusnormaaleina käytetyt vaunut yhteistyössä rautatien edustajan kanssa</li> <li>• tarkastaa vaunujen kunnan ja kuorman laadun</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ja virittää vaa’an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa staattisen kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen ylö-alas –kuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa automaattiajona punnitustestin ohjeen mukaan</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tarkastaa tulosten perusteella vaunujen tunnistuslogiikan toimivuuden</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittaausepävarmuuden.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskentaperiaatteet (tilastomatematiikan perusteet)</li> <li>• tunnistaa epävarmuuskomponentit ja niiden standardihajonnat</li> <li>• osaa laskea annetun esimerkin mittausepävarmuuden</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan kalibroinnin mittausepävarmuuden suhteessa vaa'alla suoritettun mittauksen vaatimuksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertailumittauksen tarkoituksen</li> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen,</li> <li>• En-arvon merkityksen ja</li> <li>• milloin vertailumittauksia tulee tehdä.</li> </ul>
Järjestelyt vertailumittauksissa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suunnitella vertailumittauksen</li> <li>• ymmärtää olosuhteiden vaikutuksen vertailumittauksissa,</li> <li>• ymmärtää mittauskohteiden merkityksen vertailumittauksissa ja</li> <li>• vertailumittausten analysoinnin.</li> </ul>
Stabiilisuusseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suunnitella stabiilisuusseurannan</li> <li>• ymmärtää kalibrointijaksojen pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida epäjatkuvasti summaavia erävaakoja.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Automaattisen vaa'an kalibrointi, epäjatkuvasti summaavat eräva'at (OIML R107).	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee vaa'an ominaisuudet ja toiminnan</li> <li>• tarkastaa vaa'an sisäiset asetukset</li> <li>• osaa arvioida materiaalin syöttöön liittyvien laitteiden kunnon ja toiminnan vaa'an kannalta</li> <li>• esikuormittaa vaa'an ja tarkastaa sen käyttäytymisen osaa valita punnusnormaalit ja automaattiajossa käytettävän materiaalin</li> <li>• tarkastaa normaalien kunnon</li> <li>• osaa valita tarkastusvaa'an, jos kalibroitavaa vaakaa ei voida tähän käyttää</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ja virittää vaa'an, jos tilaaja vaatinut</li> <li>• suorittaa staattisen kulmakuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen herkkyydestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen toistokykytestin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa staattisen ylöalas –kuormauksen ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa automaattiajona punnitustestin ohjeen mukaan</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia</li> <li>• osaa tehdä kalibrointipöytäkirjan ja määrittää siihen kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla jatkuvatoiminen määrävaaka ja jatkuvatoiminen ja summaava vaaka sekä tutkinnon suorittajan valinnan mukaan joko jonkin painoon perustuva täyttövaaka, epäjatkovasti summaava erävaaka tai ajoneuvojen tai rautatievaunujen punnituksessa käytettävä automaattinen siltavaaka. Kalibrointiin kuuluu kalibrointisuunnitelman teko, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinnat, laitteiston kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittauslaitteiston virittäminen sekä kalibroinnissa käytettävien normaalien valinta laskelmineen, jos käytetään tuotteesta muodostettuja normaaleja. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja kertoa mittauslaitteiden tarkkuutta koskevien vaatimuksien pääsisällön

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muuten luotettavien menetelmien avulla.

### 3.19

#### Jarrudynamometrin kalibrointi

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee katsastuksessa käytettävät jarrudynamometrit ja niiden käyttötarkoituksen, niiden toiminnan ja käyttötavat sekä osaa kalibroida niitä.

##### Arviointi (arviointin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman jarrudynamometrille ja toimia sen mukaisesti.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Katsastusvaatimusten tuntemus mittalaitteiden osalta	Tutkinnon suorittaja tuntee määräykset, jotka koskevat jarrudynamometriä: <ul style="list-style-type: none"> <li>• eri jarrudynamometrien tyypit</li> <li>• laitteisiin kohdistuvat vaatimukset erityisesti mittauksien suhteen.</li> </ul>
Asetuksilla määrätyt tutkittavat ominaisuudet	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• ohjeen jarruista (AKE 36/2000, 3.3.2000).</li> </ul>
Jäljitettävyysetjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee mittausepävarmuuden jäljitettävyysetjun</li> <li>• osaa erottaa mittalaitteelta vaaditun mittausepävarmuuden ja kalibroinnin mittausepävarmuuden</li> <li>• tuntee yrityksen käyttönormaalit</li> <li>• mahdollisuudet käyttönormaalien kalibrointiin ja</li> <li>• osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
Osaa valita käytettävät normaalit	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita normaalit huomioiden mittausalueen</li> <li>• tietää kalibroinnilta vaaditun mittausepävarmuuden.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset jarrudynamometrien kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilan hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikean peruslämpötilan,</li> <li>• hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta,</li> <li>• lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>• lämpötilan vaihtelun merkityksen.</li> </ul>
Laitteiden kiinnityksen hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen laitteen toiminnan kannalta</li> <li>• osaa arvioida ympäristön (ilmavirrat, lämpötila) vaikutuksen</li> <li>• ymmärtää vaatimukset kalibroinnin suorituksesta laitteen käyttöpaikalla</li> <li>• ymmärtää perustuksen asiallisuuden ja värinän merkityksen (värähtelyjen hallinta).</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii siisteydestä ja järjestyksestä työpaikalla.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida jarrudynamometrin.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Jarrudynamometrin kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee jarrudynamometrin ominaisuudet ja toimintatavan</li> <li>• tuntee laitteen rakenteen ja osaa kytkeä sen kalibrointitilaan</li> <li>• tuntee ohjelmiston rakenteen ja käyttötavan</li> <li>• osaa tarkastaa ohjelmistosta version ja tarvittavat mittaukseen vaikuttavat parametrit</li> <li>• osaa mitata tarvittavat kohteet kalibroitavasta laitteesta ohjeen mukaisesti</li> <li>• osaa valita normaalit</li> <li>• tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>• suorittaa kalibroinnin ohjeen mukaisesti</li> <li>• suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>• tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mittauksen epävarmuuden laskennan periaatteet</li> <li>• tunnistaa epävarmuuskomponentit,</li> <li>• osaa laskea kalibroinnin mittausepävarmuuden.</li> </ul>
Oikean mittausepävarmuuden valinta	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• määrittää tarvittavan mittausepävarmuuden suhteessa käyttövaatimuksiin.</li> </ul>
Kalibrointitodistus	Tutkinnon suorittaja osaa <ul style="list-style-type: none"> <li>• kirjoittaa kalibrointitodistuksen mittautulosten perusteella.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen,</li> <li>• En-arvon merkityksen ja</li> <li>• toteutusaikataulun.</li> </ul>
Järjestelyt vertailumittauksissa	Tutkinnon suorittaja ymmärtää

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• olosuhteet vertailumittauksissa,</li> <li>• mittauskohteet vertailumittauksissa,</li> <li>• hallitut muutokset ja</li> <li>• koemittausten suorittaja(t).</li> </ul>
Stabiiliusseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vaikutus kalibrointijaksojen pituuteen,</li> <li>• vaikutus mittausepävarmuuteen,</li> <li>• vaikutus ostopalvelun luotettavuuteen ja</li> <li>• oikeitten välineitten valinta seurantaan.</li> </ul>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla kahden eri valmistajan jarrudynamometrit ja tekemällä niille kalibrointisuunnitelmat ja kalibrointitodistukset. Tutkinnon suorittajan on osoitettava, että hän tunnistaa ohjelmistoversion ja osaa varmentaa siihen liittyvien parametrien oikeellisuuden. Lisäksi hänen tulee osoittaa, että hän osaa valita käytettävät normaalit, pystyy osoittamaan niiden jäljitettävyyden ja osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden apuvälineitä käyttäen.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien tai muiden luotettavien menetelmien avulla.

### 3.20

#### Muun mittauslaitteen kalibrointi

#### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja tuntee ko. suureen mittalaitteen/laitteiden käyttötavat sekä osaa kalibroida mittauslaitteen ja ilmoittaa sen mittausepävarmuuden.

#### Arviointi (arviointin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointisuunnitelman ko. suureen mittauslaitteelle ja toimia sen mukaisesti.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittauslaitteen toimintaperiaatteiden tuntemus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen keskinäisen riippuvuuden</li> <li>• tuntee mittarien rakenteet ja niiden merkityksen</li> <li>• tuntee mittauslaitteiston toiminnan käyttökohteessa</li> <li>• ymmärtää eron anturin ja muuntimen/lähettimeen välillä.</li> </ul>
Mittauslaitetta koskevien standardien ja ohjeiden tunteminen	Tutkinnon suorittaja tuntee <ul style="list-style-type: none"> <li>• ko. suureen mittaamista koskevat standardit</li> <li>• ko. mittarin kalibroinnin yleisohjeen</li> <li>• tuntee laitekohtaisen kalibrointimenettelyn.</li> </ul>
Jäljitettävyydetjun suunnittelu ja toteuttaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tietää miten jäljitettävyydetju muodostuu ja osaa soveltaa sitä.</li> <li>• osaa määrittää mittausepävarmuuden jäljitettävyydetjussa</li> <li>• tuntee mittarilta vaaditun mittausepävarmuuden käyttötilanteessa</li> <li>• tuntee yrityksen käyttönormaalit</li> <li>• osaa valita normaalit huomioiden mittausalueen sekä</li> </ul>

	kalibroinnilta vaaditun mittaasepävarmuuden <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee käyttönormaalien kalibroinnin</li> <li>osaa etsiä tarvittavan palvelun.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee tarkoituksenmukaiset olosuhdevaatimukset mittauslaitteiden kalibroinnissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Lämpötilojen hallinta	Tutkinnon suorittaja tietää <ul style="list-style-type: none"> <li>oikean peruslämpötilan,</li> <li>hyväksyttävät poikkeamat peruslämpötilasta,</li> <li>lämpötilan vaikutuksen normaaleihin</li> <li>lämpötilan vaihtelun merkityksen</li> <li>osaa eliminoida näiden vaikutuksen kalibroinnissa.</li> </ul>
Kalibrointilaitteiden toiminnan hallinta eri ympäristöissä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee ympäristöolosuhteiden merkityksen laitteen toiminnan kannalta</li> <li>osaa arvioida ympäristön (ilmavirrat, lämpötila) vaikutuksen</li> <li>ymmärtää vaatimukset kalibroinnin suorituksesta laitteen käyttöpaikalla</li> <li>ymmärtää perustuksen asiallisuuden ja tärinän merkityksen (värähtelyjen hallinta).</li> </ul>
Järjestyksen hallinta	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>siisteyden ja puhtauden merkityksen</li> <li>normaalien tunnistamisen</li> <li>huolehtii siisteydestä ja järjestyksestä työpaikalla.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kalibroida ko. mittauslaitteita.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittauslaitteen kalibrointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>ymmärtää mitattavan kohteen ja saadun mittaustuloksen keskinäisen riippuvuuden</li> <li>tuntee mittarin/vahvistimen ominaisuudet ja toimivuuden</li> <li>tarkastaa mittarin sisäiset asetukset (erityisesti vahvistin), myös mahdollisen väyläliitännän osalta</li> <li>tuntee mittarien rakenteet ja niiden merkityksen</li> <li>tuntee mittauslaitteiston toiminnan käyttökohteessa</li> <li>ymmärtää eron anturin ja muuntimen/lähettimen välillä.</li> <li>suorittaa koemittauksia ja tarkastaa käyttäytymisen kalibrointipaikassaan</li> <li>osaa valita käytettävän normaalin</li> <li>tarkastaa normaalin kunnan ja lämpötilan</li> <li>tuntee kalibrointimenettelyn eri vaiheet</li> <li>suorittaa herkkyystestin ja virittää lähettimen, jos tilaaja on vaatinut</li> <li>suorittaa kalibroinnin ohjeen mukaisesti</li> <li>suorittaa mahdolliset muut ohjeeseen liittyvät toimenpiteet</li> <li>tekee mittauspöytäkirjan ja tarkastelee tuloksia.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia kalibrointitodistuksen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Kalibrointitodistuksen laatiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa yksilöidä kalibrointikohteen (tunnistetiedot)</li> <li>osaa kirjata tulokset ja laskea mittaasepävarmuuden</li> <li>osaa kirjata kalibrointiolosuhteet.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittausepävarmuuden merkityksen kalibroinnissa ja mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausepävarmuuden laskenta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• mittauksen epävarmuuden laskenta periaatteet</li> <li>• osaa arvioida standardipoikkeamat virhelähteille,</li> <li>• tuntee referenssin osuuden kalibroinnin epävarmuudesta</li> <li>• ymmärtää herkkyyškertoimen käytön</li> <li>• osaa yhdistää epävarmuustekijät mittausepävarmuudeksi kalibroinnille.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee menetelmät mittausepävarmuuden tarkoituksenmukaiseen varmistamiseen käytännössä.</b>	
<b>Arvioinnin kohde</b>	<b>Arviointikriteeri</b>
Vertailumittausten suunnittelu ja toteutus	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• vertailumittauksen tarkoituksen</li> <li>• oikeana pidettävän arvon merkityksen,</li> <li>• kohteen valinnan merkityksen,</li> <li>• En-arvon merkityksen ja</li> <li>• milloin vertailumittauksia tulee tehdä.</li> </ul>
Stabiiliusseurannan suunnittelu ja käyttö	Tutkinnon suorittaja ymmärtää <ul style="list-style-type: none"> <li>• kalibroitien välin pituuden vaikutuksen mittausepävarmuuteen</li> <li>• mittauskohteen vaikutuksen mittausepävarmuuteen ja kalibrointiväliin.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan kalibroimalla ko. mittauslaitteisto mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa. Kalibrointiin kuuluu mittauslaitteiston kytkeminen toimintaan ja tarvittaessa mittalaitteiden virittäminen sekä kalibrointisuunnitelman, mittauspöytäkirjan ja kalibrointitodistuksen laadinta. Lisäksi tutkinnon suorittajan on osoitettava, että osaa määrittää kalibroinnille mittausepävarmuuden ja osoittaa normaalin käytön laskelmissa.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muiden luotettavien menetelmien avulla.

#### 3.21

##### Päästömittaukset

##### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa tehdä yleisimmin vaaditut päästömittaukset ja käsitellä mittauksista raportin tekemiseksi ja mittausepävarmuuden laskemiseksi. Hän osaa mittavälineiden ja mittalaitteiden kunnon ylläpidon ja kalibroinnin.

## Arviointi (arvioinnin kohteet ja kriteerit)

<b>Ammattitaitovaatimukset</b>	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa savu- ja prosessikaasujen hiukkas- ja kaasumittaukset, kuten SO<sup>2</sup>, NO<sub>x</sub>, O<sup>2</sup>, CO ja CO<sup>2</sup> -mittaukset sekä niihin liittyvät kaasun virtauksen, kaasun kosteuden ja ilman paineen mittaukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arviointikriteerit</b>
Mittausmenetelmien ja mittauslaitteiden hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisimmät kaasuanalysaattorityypit (SO<sup>2</sup>, NO<sub>x</sub>, O<sup>2</sup>, CO ja CO<sup>2</sup>)</li> <li>osaa kaasuanalysaattorien ja hiukkasmittauslaitteiden oikean käytön</li> <li>osaa käyttää kaasujen virtauksen, paineen ja kosteuden mittalaitteita</li> <li>ymmärtää, miten ja millä välineillä kohteen perussuureet tulee mitata</li> <li>ymmärtää erityyppisten mittauskohteiden itse mittauksille asettamat vaatimukset</li> <li>osaa valita kohteeseen soveltuvat mittalaitteet ja näytteenottomenetelmät</li> </ul>
Mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa mitata ja saa luotettavat mittaustulokset</li> <li>ymmärtää näytteenkäsittelyhäviön merkityksen eri kaasuille</li> <li>tunnistaa mittauksiin liittyvät yleiset virhelähteet ja epävarmuudet</li> <li>ymmärtää ympäristöolosuhteiden muutosten vaikutuksen mittauksiin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja tuntee mittauksiin liittyvän lainsäädännön ja EU direktiivit sekä niitä toteuttavat kansalliset asetukset. Hän tuntee standardit ja akkreditointiin liittyvät vaatimukset ja osaa toimia mittauksissa niiden edellyttämällä tavalla.</b>	
Direktiivien, standardien ja säädösten tunteminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee mittauksiin liittyvät EU Direktiivit</li> <li>tuntee mittaussuureisiin ja mittaamiseen liittyvät standardit</li> <li>tuntee kansallisen lainsäädännön</li> <li>tuntee akkreditointivaatimukset</li> <li>standardin SFS EN 17025 sisällön</li> <li>tuntee standardin SFS EN 14181 sisällön ja sen esittämät mittaustoiminnot.</li> </ul>
Menetelmäohjeiden mukaan toimiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee mittausmenetelmien menetelmäohjeet ja toimii niiden mukaan</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä mittalaitteiden päivittäiskalibroinnit ja tietää jäljitettävyyden merkityksen.</b>	
Päivittäiskalibroinnin tekeminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tietää miten perussuureiden mittausvälineet ja kaasuanalysaattorit kalibroidaan</li> <li>osaa tehdä tai teettää tarvittavat kalibroinnit</li> <li>osaa käsitellä paineistettuja kaasupulloja turvallisesti ja säätää sopivat paineet ja virtaukset analysaattoreille</li> <li>ymmärtää jäljitettävyyden merkityksen.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa mittaustulosten käsittelyn.</b>	
Mittaustulosten käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa mittausten perusteella laskea mittaustulokset ja laatia niistä vakiomallisen raportin.</li> <li>• osaa käsitellä ja liittää tarvittavia prosessitietoja mittaustiedostoihin</li> <li>• osaa käsitellä kerättyä dataa ja muokata sitä lopulliseen muotoon</li> <li>• osaa tehdä yksikkömuunnokset tulosten vertaamiseksi päästöraja-arvoihin.</li> </ul>
Tietotekniset valmiudet	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tarvittavien ohjelmistojen käytön</li> </ul>
Matemaattisluonnontieteelliset valmiudet	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• omaa riittävät matemaattiset valmiudet</li> </ul>
Kielitaito	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• hallitsee mittaussanaston ja käsitteet suomen kielellä</li> <li>• ymmärtää englanninkielistä ammattisanastoa</li> <li>• tarvittaessa pystyy kommunikoimaan mittauksen ja suorittamisesta tuloksista englannin kielellä.</li> </ul>
Mittausepävarmuuden tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tunnistaa kaikki olennaisimmat tuloksiin vaikuttavat virhelähteet</li> <li>• osaa arvioida ja laskea mittaustuloksiin liittyvät epävarmuudet.</li> </ul>

#### Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan tekemällä savu- tai prosessikaasujen päästömittauksia, kuten hiukkas- ja savukaasumittauksia ja kaasujen virtaus- ja kosteusmittauksia sekä ilman paineen mittauksia, todellisissa teollisuusympäristöissä. Mittauksia tehdään, mittaussuunnitelmia ja mittausraportteja laaditaan siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia myös tietotekniikan käytössä ja ohjelmistojen hallinnassa sekä matemaattis-luonnontieteellisessä osaamisessa ja äidinkielen ja englanninkielen hallinnassa. Mittaustyöhön liittyen tai osallistumalla erilliseen teoriakokeeseen tutkinnon suorittajan tulee lisäksi osoittaa, että hän osaa tarvittavin osin päästömittausten lainsäädäntöä, EU -direktiivejä ja standardeja sekä akreditointitapoja.

Siltä osin kuin tutkinnon osassa vaadittavaa ammattitaitoa ei voida osoittaa työpaikalla työtä tehden tai mahdollisimman aidossa työelämän tilanteessa, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää haastattelujen, tehtävien ja muiden luotettavien menetelmien avulla.