



OPETUSHALLITUS  
UTBILDNINGSTYRELSEN

Näyttötutkinnon perusteet

# **KONEISTAJAN AMMATTITUTKINTO 2012**

Määräys 49/011/2012

© Opetushallitus ja tekijät

Määräykset ja ohjeet 2012:51

ISBN 978-952-13-5314-7 (nid.)

ISBN 978-952-13-5315-4 (pdf)

ISSN-L 1798-887X

ISSN 1798-887X (painettu)

ISSN 1798-8888 (verkkójulkaisu)

Taitto: Edita Prima Oy

[www.oph.fi/julkaisut](http://www.oph.fi/julkaisut)

Kopijyvä Oy, Espoo 2013



MÄÄRÄYS

11.12.2012

49/011/2012

Voimassaoloaika: **1.2.2013 alkaen toistaiseksi**

Säännökset, joihin toimivalta määräyksen antamiseen perustuu:

**L 631/98, 13 § 2 mom**

Kumoaa Opetushallituksen määräyksen  
**12.2.2001 nro 8/011/2001**

Muuttaa Opetushallituksen määräystä

**KONEISTAJAN AMMATTITUTKINNON  
PERUSTEET**

Opetushallitus on päättänyt koneistajan ammattitutkinnon perusteista, joita on noudatettava 1.2.2013 lukien toistaiseksi. Ennen tämän määräyksen voimaantuloa aloitetut tutkintosuoritukset voidaan saattaa loppuun perusteiden 12.2.2001 nro 8/011/2001 mukaisesti 31.1.2015 mennessä.

Tutkintotoimikunta ja tutkinnon järjestäjä eivät voi jättää noudattamatta tutkinnon perusteita tai poiketa niistä.

Järjestettäessä näyttötutkintoon valmistavaa koulutusta koulutuksen järjestäjä päättää koulutuksen sisällöstä ja järjestämisestä tutkinnon perusteiden mukaisesti. Koulutukseen osallistuvalla tulee osana koulutusta järjestää mahdollisuus suorittaa näyttötutkinto.

Pääjohtaja

  
Aulis Pitkälä

Yli-insinööri

  
Seppo Valio

LIITE

Koneistajan ammattitutkinto 2012

# Sisältö

<b>1</b>	<b>Näyttötutkinnot</b> .....	7
1.1	Näyttötutkintojen järjestäminen .....	7
1.2	Näyttötutkinnon suorittaminen .....	7
1.3	Näyttötutkinnon perusteet.....	7
1.4	Henkilökohtaistaminen näyttötutkinnossa .....	8
1.5	Ammattitaidon arviointi näyttötutkinnossa.....	8
1.6	Todistukset .....	9
1.7	Näyttötutkintoon valmistava koulutus .....	10
<b>2</b>	<b>Koneistajan ammattitutkinnon muodostuminen</b> .....	11
2.1	Koneistajan ammattitutkinnossa osoitettava osaaminen.....	11
2.2	Koneistajan ammattitutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen	12
<b>3</b>	<b>Koneistajan ammattitutkinnossa vaadittava ammattitaito ja arvioinnin perusteet</b> .....	14
3.1	NC-sorvaus.....	15
	Ammattitaitovaatimukset .....	15
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	15
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	19
3.2	NC-jyrsintä.....	20
	Ammattitaitovaatimukset .....	20
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	20
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	25
3.3	NC-hionta .....	25
	Ammattitaitovaatimukset .....	25
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	26
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	30
3.4	Moniakselinen työstö.....	30
	Ammattitaitovaatimukset .....	30
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	31
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	35

3.5	Manuaalikoneistus .....	36
	Ammattitaitovaatimukset .....	36
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	36
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	40
3.6	CAM-2D-työstöratujen valmistus.....	41
	Ammattitaitovaatimukset .....	41
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	41
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	44
3.7	CAM-3D-työstöratujen valmistus.....	44
	Ammattitaitovaatimukset .....	44
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	45
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	47
3.8	Robottiikka työstökonesolussa .....	48
	Ammattitaitovaatimukset .....	48
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	48
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	51
3.9	Konepajamittaukset .....	51
	Ammattitaitovaatimukset .....	51
	Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit).....	51
	Ammattitaidon osoittamistavat .....	54
3.10	Tutkinnon osa muista tutkinnoista .....	54

# 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 määräytyt 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 näyttötutkinnossa**

Koulutuksen järjestäjä huolehtii näyttötutkintoon ja siihen valmistavaan koulutukseen hakeutumisen, tutkinnon suorittamisen sekä tarvittavan ammattitaidon hankkimisen henkilökohtaistamisesta.

Henkilökohtaistamisessa tulee ottaa huomioon ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain (L 952/2011) 11 §:n säännökset opiskelijan oikeuksista ja velvollisuuksista.

Opetushallitus on antanut henkilökohtaistamista koskevan erillisen määräyksen (43/011/2006).

## **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 arvioinnin kriteereitä. 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 esittävät 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 arviointiesityksen, 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 näyttötutkintojen järjestämissopimuksessa kriteereistä, joilla arvioijat valitaan.

## **Arvioinnin oikaisu**

Tutkinnon suorittaja voi lainsäädännön mukaisena määräaikana 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.

Näyttötutkintoon valmistavassa koulutuksessa tulee ottaa huomioon ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain (L 631/1998) 8, 10, 11, 13, 13 a ja 16 §:n säännökset.

## **2 Koneistajan ammattitutkinnon muodostuminen**

### **2.1 Koneistajan ammattitutkinnossa osoitettava osaaminen**

Koneistajan ammattitutkinnon suorittaminen osoittaa kokeneen ammattihenkilön pätevyyttä sellaiseksi metallituoteollisuuden ja sen alihankintakonepajojen työstökoneiden käyttäjäksi, jolta edellytetään itsenäistä työskentelyä työstökoneella. Hän osaa työstää monimuotoisia kappaleita tarvittaessa erittäin mittatarkasti ja pinnanlaadultaan ja viimeistelyltään korkeatkin laatuvaatimukset täyttäväksi.

Koneistajan ammattitaitovaatimukset ovat lisääntyneet valmistettävien kappaleiden mittatarkkuuden ja pinnanlaatu- ja muiden laatuvaatimusten lisääntymisen myötä. Työstökoneiden kehittyminen työstötavoiltaan yhä monipuolisemmiksi on mahdollistanut sarjavalmistuksesta luopumisen ja yhdellä kiinnityksellä koneistettavien kappaleiden monimuotoistumisen, mutta merkinnyt samalla suurta muutosta koneistajan ammattitaitovaatimuksissa. Tuottavuuden kehittäminen ja työstökoneiden hyvän käyttöasteen ylläpito edellyttää ohjelmoinnin siirtämistä erilleen työstötapahtumasta niin, että ohjelmien tekeminen ja testaus sekä työstöaikojen minimointi voidaan tehdä työstökoneen ulkopuolella CAM-ohjelmistolla ilman tuotantokatkoksia.

Numeerisesti ohjattujen työstökoneiden käyttö- ja ohjelmointitaidoista on tullut pakollinen osa ammattitaitovaatimuksia. Yhä useammin ammattitaitoiselta koneistajalta edellytetään myös CAM-ohjelmointitaitoja ja työstökonesoluun liittyvän työstettävän kappaleen käsittely- ja viimeistelyrobotin käyttö- ja ohjelmointitaitoja. Koneistajan ammattitaidon keskeiseksi osaamisalueeksi on tullut työstettävän kappaleen kiinnittäminen ja asemointi työstökoneeseen sekä työstökoneen työvälineistä ja niiden teristä huolehtiminen.

Itsenäinen työskentely työstökoneella edellyttää, että koneistaja osaa lastuavan työstön teoreettiset perusteet sekä eri materiaalien lastuttavuudet ja tähän liittyvät terien ja työstöarvojen valinnat, vaikka työstökoneiden ohjelmointiohjelmat auttavatkin niiden valinnassa. Työstökoneen käyttötaitojen lisäksi koneistajan ammattitutkinnon suorittanut osaa kiinnittää työstettävän kappaleen ja ohjelmoida työstötapahtumat. Hän hallitsee työkokonaisuuden itsenäisesti työpiirustuksista valmiiksi laatuvaatimukset täyttäväksi kappaleeksi. Hän osaa laadunvarmennusmittaukset niin, että valmiille kappaleelle määritellyt mitta-

muoto- ja sijaintitoleranssit sekä pinnanlaatuvaatimukset todentuvat työpiirustusten vaatimusten mukaisesti. Hän osaa toimia työyhteisössä yritystoiminnan toimintatavoilla kustannustehokkaasti ja tuottavasti huolehtien työsuojelusta, työhyvinvoinnista, ympäristönsuojelusta ja kaikissa tilanteissa työturvallisuudesta.

## 2.2 Koneistajan ammattitutkinnon osat ja tutkinnon muodostuminen

Koneistajan ammattitutkinnossa on yhdeksän tutkinnon osaa. Tutkinto muodostuu kahdella vaihtoehtoisella tavalla.

Tutkinnon osat ovat

- 3.1 NC-sorvaus
- 3.2 NC-jyrsintä
- 3.3 NC-hionta
- 3.4 Moniakselinen työstö
- 3.5 Manuaalikoneistus
- 3.6 CAM-2D-työstörajojen valmistus
- 3.7 CAM-3D-työstörajojen valmistus
- 3.8 Robotiikka työstökonesolussa
- 3.9 Konepajamittaukset
- 3.10 Tutkinnon osa muista tutkinnoista.

### VAIHTOEHTO 1

Vaihtoehdossa 1 on neljä valinnaista tutkinnon osaa. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää kahden tutkinnon osan suorittamista.

**Valinnaiset tutkinnon osat**, joista on valittava kaksi osaa, ovat

- 3.1 NC-sorvaus
- 3.2 NC-jyrsintä
- 3.3 NC-hionta
- 3.5 Manuaalikoneistus.

### VAIHTOEHTO 2:

Vaihtoehdossa 2 on kolme vaihtoehtoista tutkinnon osaa, kahteen vaihtoehtoiseen tutkinnon osaan liittyvä tutkinnon osa sekä neljä valinnaista tutkinnon osaa. Koko tutkinnon suorittaminen edellyttää yhden vaihtoehtoisen tutkinnon osan ja yhden valinnaisen tutkinnon osan suorittamista. Vaihtoehtoisen tutkinnon osan valinnasta riippuen koko tutkinnon suorittaminen edellyttää lisäksi tutkinnon osan CAM-2D-työstörajojen valmistus suorittamista.

**Vaihtoehtoiset tutkinnon osat**, joista on valittava yksi osa, ovat

3.1 NC-sorvaus

3.2 NC-jyrsintä

3.4 Moniakselinen työstö.

**Valittaessa tutkinnon osa 3.1 tai 3.2 on lisäksi suoritettava osa**

3.6 CAM-2D-työstöratujen valmistus.

**Valinnaiset tutkinnon osat**, joista on valittava yksi osa, ovat

3.7 CAM-3D-työstöratujen valmistus

3.8 Robotiikka työstökonesolussa

3.9 Konepajamittaukset

3.10 Tutkinnon osa muista tutkinnoista.

### 3 Koneistajan ammattitutkinnossa vaadittava ammattitaito ja arvioinnin perusteet

Tutkinnon perusteissa vaadittu ammattitaito osoitetaan tutkintotoimikunnan hyväksymän koneistajan 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.

Koneistajan 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 NC-sorvaus

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittaja osaa käyttää NC-ohjattua C-akselilla varustettua sorvia, joka on varustettu pyörivillä työkaluilla. Hän osaa NC-ohjelmoinnin ja tuntee terät ja terämateriaalit, leikkuunesteet ja raaka-aineet niin, että hän pystyy valmistamaan työpiirustuksen mukaisia, teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttäviä monimuotoisia kappaleita.

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

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li><li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li><li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatu-merkinnät.</li></ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li><li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li><li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li><li>ottaa huomioon työsuunnitelmissa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön.</li></ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>valitsee työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät ja terien kiinnittimet</li><li>valitsee tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li><li>osaa tehdä kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li></ul>
Materiaalien tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li><li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusominaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li></ul>

Laatuvaatimusten huomioiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kiinnittää työstettävän kappaleen työstökoneeseen ja tehdä työn vaatimat työvälineiden asetukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>valitsee työhön sopivan kiinnitystavan</li> <li>kiinnittää kappaleen siten, että työpiirustuksessa olevat laatuvaatimukset toteutuvat</li> <li>osaa tehdä työn vaatimat apukoneistukset.</li> </ul>
Työvälineiden kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita terien kiinnitykseen turvallisen kiinnitystavan ottaen huomioon työstövoimien asettamat vaatimukset</li> <li>osaa valita oikeat terätyypit ja teräkoot ja kiinnittää terät pitimiin tai työkalumakasiiniin</li> <li>osaa luoda terägeometriat ja mitata työkalun pituuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstöohjelman monimuotoiselle kappaleelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelmointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa käyttää monipuolisesti hyödyksi ohjauksen mahdollistamat erityyppiset työkierrot ohjelmoinnissa ja hallitsee aliohjelmointitekniikan sekä ohjelmallisen nollapisteen siirron</li> <li>osaa ohjelmoida kappaleen kehälle tai otsapintaan sijoittuvat poraus- ja jysintäradat</li> <li>osaa ottaa käyttöön valmiita NC-ohjelmia ja tarvittaessa editoida niitä tehokkaammiksi</li> <li>osaa ratkaista laskemalla piirustuksesta puuttuvan mitan, sivunpituuden ja kulman ohjeita sekä valmiita kaavoja hyödyntäen.</li> </ul>
Tiedonsiirto ja dokumentointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päinvastoin</li> <li>osaa dokumentoida työstöohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen sorvaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus sorvaamalla	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa ulko- ja sisäpuolisten kartioiden, urien ja viisteiden sorvauksen sekä katkaisusorvauksen</li> <li>• hallitsee poraustyötavat ja kierteityksen kierretapeilla</li> <li>• osaa poistaa terävät särmät kappaleesta ohjelmallisesti tai käsityökaluilla</li> <li>• osaa ulko- ja sisäpuolisen kierteensorvauksen.</li> </ul>
Koneistus tarkkuusvaatimusten mukaan	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa sorvata ulko- ja sisäpuoliset lieriöpinnat sekä tasopinnat tarkkuudella IT7</li> <li>• osaa jyrsiä kiilauran, upotuksen tai muun työstöradan tarkkuudella IT8.</li> </ul>
Laatuvaatimusten mukainen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii laatuvaatimusten täyttymisestä lähtökohtaisesti kerralla valmiiksi</li> <li>• osaa arvioida omaa työtään ja korjata työsuoritustaan tarvittaessa</li> <li>• tekee kappaleen vaatimat viimeistelytyöt huolellisesti</li> <li>• käsittelee valmiita kappaleita varovaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtävänkuvansa mukaisesti</li> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutisuus ja suunnitelmallisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>



Nostotyöt	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnan silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• osaa ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestyksestä ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Kielitaito	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä</li> <li>• tulee työpaikalla tarvittaessa toimeen myös toista kotimaista kieltä puhuvien kanssa.</li> </ul>
Tietotekniikan hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttäjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>• osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>• osaa dokumenttien laadinnan ja tallentamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee käyttämänsä numeerisen työstökoneen toiminnot ja turvalaitteiden käytön.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työstökoneen asetusten teko	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä koneasetukset uuden työn aloittamiseksi</li> <li>• osaa tehdä turvallisen ohjelman simuloinnin.</li> </ul>
Hallintalaitteiden käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa ohjelman käynnistyksen, tilapäisen keskeytyksen ja tarvittaessa hätäpysäytyksen</li> <li>• osaa käyttää ohjelman ajon aikana prosenttikytkimiä optimaalisten työolosuhteiden aikaansaamiseksi ja hyödyntää työstökoneen näytön tarjoamia kontrollointimahdollisuuksia.</li> </ul>
Ohjauksen säätöjen ja virheilmoitusten hyödyntäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa ottaa huomioon työstövoimien, lämpötilan muutosten, terien kulumisen ja jouston aiheuttamat ongelmat sekä muuttaa terä-geometrioita vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita hälytykset ja virheilmoitukset ohjekirjojen avulla ja poistaa hälytyksen aiheuttajan, jos se on mahdollista</li> <li>• tunnistaa mahdolliset ongelmat työstötapauksessa ja tietää menetelmät niiden välttämiseksi.</li> </ul>
Koneen päivittäishuolto	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa käyttäjälle kuuluvan työstökoneen päivittäishuollon, joka sisältää voiteluöljyjen ja koneen puhtauden ylläpidon</li> <li>• osaa ylläpitää lastuamismesteen kuntoa aistinvaraisesti ja mittamalla yrityksessä käytössä olevilla menetelmillä.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa laadunvalvonnan silmämääräisesti ja mittaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita mittavälineen mittaushetken ja vaaditun mittaustarkkuuden mukaan</li> <li>• osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset erityyppisillä työntömitoilla, mikrometreillä ja mittakelloilla</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset tulkaamalla</li> <li>• osaa suorittaa heiton, suoruuden ja tasomaisuuden mittauksen sekä tuntee muoto- ja sijaintitoleranssien merkityksen</li> <li>• osaa suorittaa pinnanarheusmittaukset</li> <li>• tunnistaa mittojen huollon- ja kalibrointitarpeen.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan valmistamalla täysin itsenäisesti työpiirustusten mukaan kappale NC-ohjattua C-akselilla varustettua sorvia käyttäen työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Valmistettavassa kappaleessa tulee olla sorvattavien lieriöiden, kartioiden, pyöristysten ja olakkeiden lisäksi jyrstittävä muotorata. Kappaleen tulee myös sellainen, että sen valmistaminen vaatii vähintään yhden kerran kappaleen käynnön, jonka yhteydessä geometrisen tarkkuuden saavuttamiseksi sorvataan niin kutsutut pehmeät leuat. Poikkeustapauksissa, jos ammattitaitovaatimuksia ei voida kailta osiltaan osoittaa yhden kappaleen valmistuksen yhteydessä, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää valmistamalla tarkoitukseen sopiva toinen kappale.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii valmistettavalle kappaleelle työsuunnitelman ja työstöohjelman sekä koneistaa kappaleen. Hän tekee työn vaatimat työvälineiden asetukset ja koneistettavan kappaleen siirrot ja kiinnitykset työstökoneeseen. Ammattitaito osoitetaan myös kappaleen huo-

lellisessä käsittelyssä ja viimeistelyssä sekä laaduntuottokykyyn liittyvässä mittausosaamisessa. Mittausosaaminen varmistetaan arvioitsijoiden suorittamalla vertailumittauksilla. Nostotöiden osaaminen kuuluu ammattitaitovaatimuksiin, mutta tutkintotilaisuudessa ammattitaito osoitetaan vain niiltä osilta kuin nosto- ja työsuorituksessa tarvitaan.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastattelemalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

## 3.2 NC-jyrsintä

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittaja osaa käyttää nykyaikaista NC-ohjattua työstökeskusta. Hän osaa NC-ohjelmoinnin ja tuntee terät ja terämateriaalit, leikkuunesteet ja raaka-aineet niin, että hän pystyy valmistamaan työpiirustuksen mukaisia, teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttäviä monimuotoisia kappaleita.

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

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li> <li>tuntee geometristen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li> <li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li> </ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita työpiirustuksia</li> <li>tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li> <li>osaa tehdä johdonmukaisen työn vaiheistuksen vähintään kahdesta suunnasta valmistettavalle kappaleelle</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>ottaa huomioon työsuunnitelmissa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön</li> <li>osaa suunnitella ja toteuttaa sarjatuotantoon sopivan kiinnityksen, jos tarvitaan normaaleista kiinnittimistä poikkeavia kiinnittimiä</li> <li>ottaa huomioon lastujen poiston työstön aikana.</li> </ul>

Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät ja terien kiinnittimet</li> <li>• valitsee tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li> <li>• osaa tehdä kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>• tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusomaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>• tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kiinnittää työstettävän kappaleen koneeseen ja tehdä työn vaatimat työvälineiden asetukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee työhön sopivan kiinnitystavan</li> <li>• kiinnittää kappaleen siten, että piirustuksessa olevat laatuvaatimukset toteutuvat</li> <li>• osaa valmistaa mahdollisesti tarvittavan erikoiskiinnittimen ja tehdä apukoneistuksia</li> <li>• ymmärtää kiinnitysvaimien vaikutukset valmiiseen tuotteeseen ja ottaa ne huomioon.</li> </ul>
Työvälineiden kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita terien kiinnitykseen turvallisen kiinnitystavan ottaen huomioon työstövoimien asettamat vaatimukset</li> <li>• osaa valita oikeat terätyypit ja teräkoot ja kiinnittää terät pitimiin ja työkalumakasiiniin</li> <li>• osaa luoda terägeometriat ja mitata työkalun pituuden</li> <li>• ymmärtää erilaisten teränpitimiä tarkkuudet ja kiinnitysvaimat ja osaa soveltaa tietoja työkalua asettaessaan.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstoohjelman monimuotoiselle kappaleelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelmointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää monipuolisesti hyödyksi ohjauksen mahdollistamat erityyppiset työkierrat ohjelmoinnissa ja hallitsee aliohjelmointitekniikan sekä ohjelmallisen nollapisteen siirron</li> <li>• osaa ottaa käyttöön valmiita NC-ohjelmia ja tarvittaessa editoida niitä tehokkaammiksi</li> <li>• osaa ratkaista laskemalla piirustuksesta puuttuvan mitan, sivunpi-tuuden ja kulman ohjeita sekä valmiita kaavoja hyödyntäen</li> <li>• ottaa ohjelmoinnissa huomioon kiinnityksen tukevuuden ja mahdol-liset törmäysvaarat.</li> </ul>
Tiedonsiirto ja dokumentointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päin-vastoin</li> <li>• osaa dokumentoida työstoohjelman niin, että se on hyödynnettä-vissä myöhemmin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus jyrsimällä	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä pinnan tasauksen piirustuksessa vaadittuun pinnankar-heuteen</li> <li>• osaa jyrsiä pyöreän reiän kolmen akselin yhtäaikaaisella työstöllä</li> <li>• osaa käyttää avarrinpäätä</li> <li>• osaa kierteityksen kierretepeilla ja jyrsimällä kolmea akselia käyttäen</li> <li>• hallitsee erilaiset poraustyötavat</li> <li>• osaa tehdä viisteitä ohjelmallisesti myös kappaleen takapuolelle (esimerkiksi reikään).</li> </ul>
Koneistus tarkkuusvaatimusten mukaan	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valmistaa IT7-tarkkuudella olevia reikiä, saarekkeita ja muita muotoja.</li> </ul>
Laatuvaatimusten mukainen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii laatuvaatimusten täyttymisestä lähtökohtaisesti kerralla valmiiksi</li> <li>• osaa arvioida omaa työtään ja korjata työsuoritustaan tarvittaessa</li> <li>• tekee kappaleen vaatimat viimeistelytyöt huolellisesti</li> <li>• käsittelee valmiita kappaleita varovaisesti.</li> </ul>

Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Taloudellinen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtävänsä mukaisesti</li> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutuisuus ja suunnitelmallisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutuisuuden kuin kilpailukyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Nostotyöt	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnan silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• osaa ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestys- ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Kielitaito	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä</li> <li>• tulee työpaikalla tarvittaessa toimeen myös toista kotimaista kieltä puhuvien kanssa.</li> </ul>
Tietotekniikan hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttöjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>• osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>• osaa dokumenttien laadinnan ja tallentamisen.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee käyttämänsä numeerisen työstökoneen toiminnot ja turvalaitteiden käytön.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työstökoneen asetusten teko	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä koneasetukset uuden työn aloittamiseksi</li> <li>• osaa tehdä turvallisen ohjelman simuloinnin.</li> </ul>
Hallintalaitteiden käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa ohjelman käynnistyksen, tilapäisen keskeytyksen ja tarvittaessa hätäpysäytyksen</li> <li>• osaa käyttää ohjelman ajon aikana prosenttikykimiä optimaalisten työolosuhteiden aikaansaamiseksi ja hyödyntää työstökoneen näytön tarjoamia kontrollointimahdollisuuksia.</li> </ul>
Ohjauksen säätöjen ja virheilmoitusten hyödyntäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa ottaa huomioon työstövoimien, lämpötilan muutosten, terien kulumisen ja jouston aiheuttamat ongelmat sekä muuttaa terä-geometrioita vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi</li> <li>• osaa tulkita hälytykset ja virheilmoitukset ohjekirjojen avulla ja poistaa hälytyksen aiheuttajan, jos se on mahdollista</li> <li>• tunnistaa mahdolliset ongelmat työstötapahtumassa ja tietää menetelmät niiden välttämiseksi.</li> </ul>
Koneen päivittäishuolto	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa käyttäjälle kuuluvan työstökoneen päivittäishuollon, joka sisältää voiteluöljyjen ja koneen puhtauden ylläpidon</li> <li>• osaa ylläpitää lastuamisnesteen kuntoa aistinvaraisesti ja mittamalla yrityksessä käytössä olevilla menetelmillä.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa laadunvalvonnan silmämääräisesti ja mittaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita mittavälineen mittauskohteen ja vaaditun mittaustarkkuuden mukaan</li> <li>• osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset erityyppisillä työntömitoilla, mikrometreillä ja mittakelloilla</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset tulkaamalla</li> <li>• osaa suorittaa heiton, suorisuuden ja tasomaisuuden mittauksen sekä tuntee muoto- ja sijaintitoleranssien merkityksen</li> <li>• osaa suorittaa pinnankarheusmittaukset</li> <li>• tunnistaa mittojen huollon- ja kalibrointitarpeen.</li> </ul>

## **Ammattitaidon osoittamistavat**

Ammattitaito osoitetaan valmistamalla täysin itsenäisesti työpiirustusten mukaan kappale NC-ohjatulla pysty- tai vaakakaraisella jyrsinkoneella työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Valmistettavassa kappaleessa tulee olla useita koneistussuuntia (pöydän tai kappaleen kääntöjä) sekä vähintään kaksi kiinnitystä erillisine työvaiheineen. Poikkeustapauksissa, jos ammattitaitovaatimuksia ei voida kaikilta osiltaan osoittaa yhden kappaleen valmistuksen yhteydessä, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää valmistamalla tarkoitukseen sopiva toinen kappale.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii valmistettavalle kappaleelle työsuunnitelman ja työstöohjelman sekä koneistaa kappaleen. Hän tekee työn vaatimat työvälineiden asetukset ja koneistettavan kappaleen siirrot ja kiinnitykset työstökoneeseen. Ammattitaito osoitetaan myös kappaleen huolellisessa käsittelyssä ja viimeistelyssä sekä laaduntuottokykyyn liittyvässä mittausosaamisessa. Mittausosaaminen varmistetaan arvioitsijoiden suorittamilla vertailumittauksilla. Nostotöiden osaaminen kuuluu ammattitaitovaatimukseen, mutta tutkintotilaisuudessa ammattitaito osoitetaan vain niiltä osilta kuin nosto- ja työsuorituksessa tarvitaan.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastatteleamalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

## **3.3 NC-hionta**

### **Ammattitaitovaatimukset**

Tutkinnon osan suorittaja osaa käyttää nykyaikaista NC-ohjattua hiomakonetta. Hän osaa NC-ohjelmoinnin ja tuntee terät ja terämateriaalit, leikkuunesteet ja raaka-aineet niin, että hän pystyy valmistamaan työpiirustuksen mukaisia, teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttäviä monimuotoisia kappaleita.



## Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li> <li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li> <li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li> </ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita työpiirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet</li> <li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>osaa suunnitella ja toteuttaa sarjatuotantoon sopivan kiinnityksen, jos tarvitaan normaaleista kiinnittimistä poikkeavia kiinnittimiä.</li> </ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tunnistaa hiomalaikan merkinnästä hioma-aineet, rakenteen, sideaineen sekä karkeuden ja kovuuden</li> <li>valitsee työhön sopivan hiomakiven</li> <li>valitsee tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li> <li>osaa tehdä kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusominaisuudet sekä vaikutukset hiomakiven valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa kiinnittää työstettävän kappaleen hiomakoneeseen ja tehdä työn vaatimat muut asetukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee työhön sopivan kiinnitystavan</li> <li>• kiinnittää kappaleen siten, että piirustuksessa olevat laatuvaatimukset toteutuvat</li> <li>• ymmärtää kiinnitys- ja työstövoimien vaikutukset valmiiseen tuotteeseen ja ottaa ne huomioon.</li> </ul>
Hiomalaikan asetus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tasapainottaa hiomalaikan</li> <li>• osaa teroittaa ja muotoilla tarvittaessa hiomalaikan</li> <li>• osaa mitata laikan ja luoda hiomalaikan geometrian.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstöohjelman monimuotoiselle kappaleelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelmointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää monipuolisesti hyödyksi ohjauksen mahdollistamat erityyppiset työkierrot ohjelmoinnissa</li> <li>• osaa ottaa käyttöön valmiita NC-ohjelmia ja tarvittaessa editoida niitä tehokkaammiksi</li> <li>• osaa ratkaista laskemalla piirustuksesta puuttuvan mitan, sivunpituuden ja kulman ohjeita sekä valmiita kaavoja hyödyntäen</li> <li>• ottaa ohjelmoinnissa huomioon kiinnityksen tukevuuden ja mahdolliset törmäysvaarat.</li> </ul>
Tiedonsiirto ja dokumentointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päinvaltoin</li> <li>• osaa dokumentoida työstöohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen hiomalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus hiomalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valmistaa hiomalla ulkopuolisia halkaisijoita, tasoja, olakkeita, kartioita ja reikiä</li> <li>• hallitsee vapaiden muotojen hionnan.</li> </ul>
Koneistus tarkkuusvaatimusten mukaan	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa hioa ulko- ja sisäpuoliset halkaisijat tarkkuudella IT5</li> <li>• osaa hioa pinnan piirustuksessa vaadittuun pinnankarheuteen.</li> </ul>

Laatuvaatimusten mukainen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii laatuvaatimusten täyttymisestä lähtökohtaisesti kerralla valmiiksi</li> <li>• osaa arvioida omaa työtään ja korjata työsuoritustaan tarvittaessa</li> <li>• tekee kappaleen vaatimat viimeistelytyöt huolellisesti</li> <li>• käsittelee valmiita kappaleita varovaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtäväkuvansa mukaisesti</li> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutuisuus ja suunnitelmallisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutuisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Nostotyöt	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnan silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestys- ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Kielitaito	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä</li> <li>• tulee työpaikalla tarvittaessa toimeen myös toista kotimaista kieltä puhuvien kanssa.</li> </ul>

Tietotekniikan hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa käyttäjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>osaa dokumenttien laadinnan ja tallentamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee käyttämänsä numeerisen työstökoneen toiminnot ja turvalaitteiden käytön.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työstökoneen asetusten teko	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tehdä koneasetukset uuden työn aloittamiseksi</li> <li>osaa tehdä turvallisen ohjelman simuloiminnin.</li> </ul>
Hallintalaitteiden käyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa suorittaa ohjelman käynnistyksen, tilapäisen keskeytyksen ja tarvittaessa hätäpysäytyksen</li> <li>osaa käyttää ohjelman ajon aikana prosenttikytkimiä optimaalisten työstöolosuhteiden aikaansaamiseksi ja hyödyntää työstökoneen näytön tarjoamia kontrollointimahdollisuuksia.</li> </ul>
Ohjauksen säätöjen ja virheilmoitusten hyödyntäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ottaa huomioon työstövoimien, lämpötilan muutosten, laikan kulumisen ja jouston aiheuttamat ongelmat sekä muuttaa parametreja vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi</li> <li>osaa tulkita hälytykset ja virheilmoitukset ohjekirjojen avulla ja poistaa hälytyksen aiheuttajan, jos se on mahdollista</li> <li>tunnistaa mahdolliset ongelmat työstötapahtumassa ja tietää menetelmät niiden välttämiseksi.</li> </ul>
Koneen päivittäishuolto	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa suorittaa käyttäjälle kuuluvan työstökoneen päivittäishuollon, joka sisältää voiteluöljyjen ja koneen puhtauden ylläpidon</li> <li>osaa ylläpitää lastuamismesteen kuntoa aistinvaraisesti ja mittamalla yrityksessä käytössä olevilla menetelmillä.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa laadunvalvonnan silmämääräisesti ja mittaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita mittavälineen mittaushetken ja vaaditun mittaustarkkuuden mukaan</li> <li>osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät</li> <li>osaa suorittaa mittaukset erityyppisillä työntömitoilla, mikrometreillä ja mittakelloilla</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa mittaukset tulkkamalla</li> <li>• osaa suorittaa heiton, suoruuden ja tasomaisuuden mittauksen sekä tuntee muoto- ja sijaintitoleranssien merkityksen</li> <li>• osaa suorittaa pinnankarheusmittaukset</li> <li>• tunnistaa mittojen huollon- ja kalibrointitarpeen.</li> </ul>
--	--

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan valmistamalla täysin itsenäisesti työpiirustusten mukaan kappale NC-ohjattua hiomakonetta käyttäen työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Valmistettavassa kappaleessa tulee olla useita koneistussuuntia (pöydän tai kappaleen kääntöjä) sekä vähintään kaksi kiinnitystä erillisine työvaiheineen. Poikkeustapauksissa, jos ammattitaitovaatimuksia ei voida kaikilta osiltaan osoittaa yhden kappaleen valmistuksen yhteydessä, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää valmistamalla tarkoitukseen sopiva toinen kappale.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii valmistettavalle kappaleelle työsuunnitelman ja työstöohjelman sekä koneistaa kappaleen. Hän tekee työn vaatimat työvälineiden asetukset ja koneistettavan kappaleen siirrot ja kiinnitykset työstökoneeseen. Tutkintotehtävän tulee olla sellainen, että siinä osoitetaan osaaminen myös hiomalaikan valintaan, teroittamiseen ja muotoiluun liittyen. Ammattitaito osoitetaan myös kappaleen huolellisessa käsittelyssä ja viimeistelyssä sekä laaduntuottokykyyn liittyvässä mittausosaamisessa. Mittausosaaminen varmistetaan arvioitsijoiden suorittamalla vertailumittauksilla. Nostotöiden osaaminen kuuluu ammattitaitovaatimukseen, mutta tutkintotilaisuudessa ammattitaito osoitetaan vain niiltä osilta kuin nostoja työsuorituksessa tarvitaan.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastatteleamalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

## 3.4 Moniakselinen työstö

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittaja osaa käyttää NC-ohjattua moniakselista työstökonetta. Moniakselisella työstökoneella tarkoitetaan monitoimikonetta, joka eroaa oleellisesti työstötavoiltaan ja ohjelmoitavien akselien lukumäärällä peruskoneesta. Monitoimikoneessa on karan kiertoliike (A, B tai C) peruskoneen ominaisuuksien lisäksi. Peruskoneella tarkoitetaan sorveja, joissa on käytössä x-, z- ja c-akselit, sekä jyrsinkoneita, joissa on x-, y- ja z-akselit.

Tutkinnon osan suorittaja osaa NC-ohjelmoinnin ja tuntee terät ja terämateriaalit, leikkuunesteet ja raaka-aineet niin, että hän pystyy valmistamaan työpiirustuksen mukaisia, teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttäviä monimuotoisia kappaleita.

## Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li> <li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li> <li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li> </ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li> <li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>ottaa huomioon työsuunnitelmassa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön.</li> </ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>valitsee työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät ja terien kiinnittimet</li> <li>valitsee tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li> <li>osaa tehdä kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden eirautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusominaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>

<b>Tutkinnon suorittaja osaa kiinnittää työstettävän kappaleen koneeseen ja tehdä työn vaatimat työvälineiden asetukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee työhön sopivan kiinnitystavan</li> <li>• kiinnittää kappaleen siten, että piirustuksessa olevat laatuvaatimukset toteutuvat</li> <li>• osaa tehdä työn vaatimat apukoneistukset.</li> </ul>
Työvälineiden kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita terien kiinnitykseen turvallisen kiinnitystavan ottaen huomioon työstövoimien asettamat vaatimukset</li> <li>• osaa valita oikeat terätyypit ja teräkoot ja kiinnittää terät pitimiin tai työkalumakasiiniin</li> <li>• osaa luoda terägeometriat ja mitata työkalun pituuden.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstöohjelman monimuotoiselle kappaleelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelmointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää monipuolisesti hyödyksi ohjauksen mahdollistamat erityyppiset työkierrat ohjelmoinnissa ja hallitsee aliohjelmointitekniikan sekä ohjelmallisen nollapisteen siirron</li> <li>• osaa ohjelmoida kappaleen kehälle, otsapintaan ja vapaaseen sijaintiin sijoittuvat poraus- ja jyräntäradat</li> <li>• osaa ottaa käyttöön valmiita NC-ohjelmia ja tarvittaessa editoida niitä tehokkaammiksi</li> <li>• osaa ratkaista laskemalla piirustuksesta puuttuvan mitan, sivunpituuden ja kulman ohjeita sekä valmiita kaavoja hyödyntäen.</li> </ul>
Tiedonsiirto ja dokumentointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päinvas-toin</li> <li>• osaa dokumentoida työstöohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen monitoimisorvilla tai moniakselisella jrsinkoneella.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus monitoimisorvilla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa ulko- ja sisäpuolisten kartioiden, urien, kaarevien pintojen ja viisteiden sorvauksen sekä katkaisusorvauksen</li> <li>• hallitsee poraustyötavat ja kierteityksen kierretapeilla</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa poistaa terävät särmät kappaleesta ohjelmallisesti tai käsityökaluilla</li> <li>• osaa ulko- ja sisäpuolisen kierteensorvauksen</li> <li>• osaa jyrsiä suoraviivaisten muotojen lisäksi kaksoiskaarevan työstöradan tuotteen vaatimalla tarkkuudella.</li> </ul>
Koneistus tarkkuusvaatimusten mukaan	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valmistaa ulko- ja sisäpuoliset lieriöpinnat sekä tasopinnat tarkkuudella IT7</li> <li>• osaa jyrsiä kiilauran ja upotuksen</li> <li>• osaa jyrsiä kaksoiskaarevan työstöradan piirustuksen vaatimalla tarkkuudella.</li> </ul>
Tuotteen valmistus moniakselisella jyrsinkoneella	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä pinnan tasauksen piirustuksessa vaadittuun pinnan- karheuteen</li> <li>• osaa jyrsiä kaksoiskaarevia muotoja neljän tai useamman akselin yhtäaikaisella työstöllä</li> <li>• osaa käyttää avarrinpäätä</li> <li>• osaa kierteityksen kierretapeilla ja jyrsimällä kolmea akselia käyttäen</li> <li>• hallitsee erilaiset poraustyötavat</li> <li>• osaa tehdä viisteitä ohjelmallisesti myös kappaleen takapuolelle (esimerkiksi reikään).</li> </ul>
Valmistustarkkuus moniakselisella jyrsinkoneella	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valmistaa IT7-tarkkuudella olevia reikiä ja olakkeita</li> <li>• osaa jyrsiä saarekkeita ja kaksoiskaarevia muotoja piirustuksen vaatimalla tarkkuudella.</li> </ul>
Laatuvaatimusten mukainen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii laatuvaatimusten täyttymisestä lähtökohtaisesti kerralla valmiiksi</li> <li>• osaa arvioida omaa työtään ja korjata työsuoritustaan tarvittaessa</li> <li>• tekee kappaleen vaatimat viimeistelytyöt huolellisesti</li> <li>• käsittelee valmiita kappaleita varovaisesti.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtävänkuvansa mukaisesti</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutisuus ja suunnitelmalisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Nostotyöt	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnan silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestys- ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Kielitaito	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä</li> <li>• tulee työpaikalla tarvittaessa toimeen myös toista kotimaista kieltä puhuvien kanssa.</li> </ul>
Tietotekniikan hallinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttäjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>• osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>• osaa dokumenttien laadinnan ja tallentamisen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee käyttämänsä numeerisen työstökoneen toiminnot ja turvalaitteiden käytön.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työstökoneen asetusten teko	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä koneasetukset uuden työn aloittamiseksi</li> <li>• osaa tehdä turvallisen ohjelman simuloinnin.</li> </ul>

Hallintalaitteiden käyttö	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa suorittaa ohjelman käynnistyksen, tilapäisen keskeytyksen ja tarvittaessa hätäpysäytyksen</li> <li>osaa käyttää ohjelman ajon aikana prosenttikykimiä optimaalisten työstöolosuhteiden aikaansaamiseksi ja hyödyntää työstökoneen näytön tarjoamia kontrollointimahdollisuuksia.</li> </ul>
Ohjauksen säätöjen ja virheilmoitusten hyödyntäminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ottaa huomioon työstövoimien, lämpötilan muutosten, terien kulumisen ja jouston aiheuttamat ongelmat sekä muuttaa terägeometrioita vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi</li> <li>osaa tulkita hälytykset ja virheilmoitukset ohjekirjojen avulla ja poistaa hälytyksen aiheuttajan, jos se on mahdollista</li> <li>tunnistaa mahdolliset ongelmat työstötapahtumassa ja tietää menetelmät niiden välttämiseksi.</li> </ul>
Koneen päivittäishuolto	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa suorittaa käyttäjälle kuuluvan työstökoneen päivittäishuollon, joka sisältää voiteluöljyjen ja koneen puhtauden ylläpidon</li> <li>osaa ylläpitää lastuamismesteen kuntoa aistinvaraisesti ja mittamalla yrityksessä käytössä olevilla menetelmillä.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa laadunvalvonnan silmämääräisesti ja mittaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittaaminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita mittavälineen mittauskohteen ja vaaditun mittaustarkkuuden mukaan</li> <li>osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät</li> <li>osaa suorittaa mittaukset erityyppisillä työntömitoilla, mikrometreillä ja mittakelloilla</li> <li>osaa suorittaa mittaukset tulkaamalla</li> <li>osaa suorittaa heiton, suorisuuden ja tasomaisuuden mittauksen sekä tuntee muoto- ja sijaintitoleranssien merkityksen</li> <li>osaa suorittaa pinnankarheusmittaukset</li> <li>tunnistaa mittojen huollon- ja kalibrointitarpeen.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan valmistamalla täysin itsenäisesti työpiirustusten mukaan kappale NC-ohjattua moniakselista työstökoneetta käyttäen työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Valmistettavassa monimuotoisessa kappaleessa tulee olla useita koneistussuuntia (pöydän, työstöpään tai kappaleen kääntöjä). Monimuotoisuudella tarkoitetaan, että kyseistä kappaletta ei kohtuullisessa ajassa voi valmistaa ilman 3D-CAM-ohjelmointia.

Poikkeustapauksissa, jos ammattitaitovaatimuksia ei voida kaikilta osiltaan osoittaa yhden kappaleen valmistuksen yhteydessä, ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää valmistamalla tarkoitukseen sopiva toinen kappale.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii valmistettavalle kappaleelle työsuunnitelman ja työstöohjelman sekä koneistaa kappaleen. Hän tekee työn vaatimat työvälaineiden asetukset ja koneistettavan kappaleen siirrot ja kiinnitykset työstökoneeseen. Tutkintotehtävän tulee olla sellainen, että siinä osoitetaan osaaminen myös hiomalaikan valintaan, teroittamiseen ja muotoiluun liittyen. Ammattitaito osoitetaan myös kappaleen huolellisessa käsittelyssä ja viimeistelyssä sekä laaduntuottokykyyn liittyvässä mittausosaamisessa. Mittausosaaminen varmistetaan arvioitsijoiden suorittamalla vertailumittauksilla. Nostotöiden osaaminen kuuluu ammattitaitovaatimukseen, mutta tutkintotilaisuudessa ammattitaito osoitetaan vain niiltä osilta kuin nostoja työsuorituksessa tarvitaan.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastatellen ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

## 3.5 Manuaalikoneistus

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittaja osaa käyttää manuaalisesti ohjattavaa sorvia sekä jysinkonetta tai manuaalista pyörö- ja tasohiomakonetta. Hän tuntee koneistettavat raaka-aineet ja niiden työstettävyyden sekä terät, terämateriaalit ja leikkuunesteet ja niiden tarkoituksenmukaisen käytön. Hän osaa suunnitella tarkoituksenmukaisen työstöjärjestyksen ja toteuttaa työstön sekä kappaleen kiinnitykset siten, että hän pystyy valmistamaan työpiirustuksen mukaisia, teollisuuden mitta- ja laatuvaatimukset täyttäviä monimuotoisia kappaleita.

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

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li><li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li><li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li></ul>

Työn vaiheistuksen suunnittelu	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li> <li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>ottaa huomioon työsuunnitelmissa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön.</li> </ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta sorvauksessa ja jyrsinnässä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>valitsee työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät ja terien kiinnittimet</li> <li>valitsee tarkoituksenmukaiset työstöarvot tuottavuus- ja pinnanlaatuvaatimukset huomioiden</li> <li>osaa tehdä kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta hionnassa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tunnistaa hiomalaikan merkinnästä hioma-aineet, rakenteen, sideaineen sekä karkeuden ja kovuuden</li> <li>valitsee työhön sopivan hiomakiven.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusominaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa kiinnittää työstettävän kappaleen koneeseen ja tehdä työn vaatimat työvälineiden asetukset.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Työkappaleen kiinnittäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>valitsee työhön sopivan kiinnitystavan</li> <li>kiinnittää kappaleen siten, että piirustuksessa olevat laatuvaatimukset toteutuvat</li> <li>osaa sorvata pehmeät leuat ja tehdä muut työn vaatimat apukoneistukset.</li> </ul>

Työvälineiden kiinnittäminen sorvauksessa ja jyrinnässä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita terien kiinnitykseen turvallisen kiinnitystavan ottaen huomioon työstövoimien asettamat vaatimukset</li> <li>valitsee oikeat teräkoot ja kiinnittää terät pitimiin ja istukoihin.</li> </ul>
Työkalujen kiinnittäminen hionnassa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tasapainottaa hiomalaikan</li> <li>osaa teroittaa ja muotoilla tarvittaessa hiomalaikan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen sorvaamalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus sorvaamalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ulko- ja sisäpuolisten kartioiden, urien ja viisteiden sorvauksen sekä katkaisusorvauksen</li> <li>hallitsee poraustyötavat ja kierteityksen kierretapeilla</li> <li>osaa poistaa terävät särvät kappaleesta terällä tai käsityökaluilla</li> <li>osaa ulko- ja sisäpuolisen kierteensorvauksen.</li> </ul>
Sorvaus laatuvaatimusten mukaan	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa sorvata ulko- ja sisäpuoliset lieriöpinnat sekä tasopinnat tarkkuudella IT7</li> <li>osaa sorvata ulko- tai sisäpuolisen kierteen piirustusmerkinnän vaatimalla tarkkuudella.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa valmistaa vaatimusten mukaisen kappaleen jyrsimällä tai hiomalla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus jyrsimällä	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa jyrsiä tasopintoja, olakkeita, kiilauria ja upotuksia</li> <li>osaa jyrsiä monimuotoisia kappaleita jakolaitetta käyttäen.</li> </ul>
Jyrsintä laatuvaatimusten mukaan	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa jyrsiä olakkeen tarkkuudella IT7</li> <li>osaa jyrsiä kiilauran, upotuksen tai muun työstöradan tarkkuudella IT8.</li> </ul>
Tuotteen valmistus hiomalla	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa pyörö- ja tasohioa ulkopuolisia halkaisijoita, tasoja, olakkeita, kartioita sekä reikiä.</li> </ul>
Valmistustarkkuus hionnassa	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa pyörö- ja tasohionnan tarkkuuteen IT6</li> <li>osaa hioa pinnan piirustuksessa vaadittuun pinnankarheuteen.</li> </ul>

Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Taloudellinen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtävänkuvansa mukaisesti</li> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutuisuus ja suunnitelmallisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutuisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Nostotyöt	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnan silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestys- ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Laatuvaatimusten mukainen toiminta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• huolehtii laatuvaatimusten täyttymisestä lähtökohtaisesti kerralla valmiiksi</li> <li>• osaa arvioida omaa työtään ja korjata työsuoritustaan tarvittaessa</li> <li>• tekee kappaleen vaatimat viimeistelytyöt huolellisesti</li> <li>• käsittelee valmiita kappaleita varovaisesti.</li> </ul>
Kielitaito	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä</li> <li>• tulee työpaikalla tarvittaessa toimeen myös toista kotimaista kieltä puhuvien kanssa.</li> </ul>

Tutkinnon suorittaja hallitsee käyttämänsä manuaalisen työstökoneen toiminnot ja turvalaitteiden käytön.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työstökoneen asetusten teko	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä työstöarvojen asetuksen työvaihekohtaisesti</li> <li>• osaa kiinnittää sorviin ja jyrskoneeseen tai hiomakoneeseen työvaiheessa tarvittavan kiinnittimen ja mahdolliset apulaitteet.</li> </ul>
Hallintalaitteiden käyttö	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää koneen hallintalaitteita tarkoituksenmukaisesti</li> <li>• osaa ottaa huomioon työstövoimien, lämpötilan muutosten, terien kulumisen ja jouston aiheuttamat ongelmat sekä muuttaa koneen asetusta vaaditun lopputuloksen saavuttamiseksi</li> <li>• tunnistaa mahdolliset ongelmat työstötapahtumassa ja tietää menetelmät niiden välttämiseksi.</li> </ul>
Koneen päivittäishuolto	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa suorittaa käyttäjälle kuuluvan työstökoneen päivittäishuollon, joka sisältää voiteluöljyjen ja koneen puhtauden ylläpidon</li> <li>• osaa ylläpitää lastuamismesteen kuntoa aistinvaraisesti ja mittaamalla yrityksessä käytössä olevilla menetelmillä.</li> </ul>
Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa laadunvalvonnan silmämääräisesti ja mittaamalla.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Mittaaminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa valita mittavälineen mittauskohteen ja vaaditun mittaustarkkuuden mukaan</li> <li>• osaa ottaa huomioon mittausepävarmuuteen vaikuttavat tekijät</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset erityyppisillä työntömitoilla, mikrometreillä ja mittakelloilla</li> <li>• osaa suorittaa mittaukset tulkkamalla</li> <li>• osaa suorittaa heiton, suoruuden ja tasomaisuuden mittauksen sekä tuntee muoto- ja sijaintitoleranssien merkityksen</li> <li>• osaa suorittaa pinnankarheusmittaukset</li> <li>• tunnistaa mittojen huollon- ja kalibrointitarpeen.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan valmistamalla täysin itsenäisesti työpiirustusten mukaan kappale manuaalista sorvia ja jyrskonetta tai hiomakonetta käyttäen työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Valmistettavan kappaleen tulee olla monimuotoinen niin, että siinä on ulko- ja sisäpuolisia koneistettavia pintoja: taso-, lieriö- ja kartiopintoja, sorvattavia kier-

teitä sekä olakkeita, viisteitä ja pyöristyyksiä. Jos sorvaukseen liittyviä ammattitaitovaatimuksia ei voida kaikilta osiltaan osoittaa yhden kappaleen valmistuksen yhteydessä, ammattitaidon osoittamista voidaan poikkeustapauksissa täydentää valmistamalla tarkoitukseen sopiva toinen kappale. Jyrsinkoneen käytön ammattitaitovaatimukset voidaan osoittaa toisella sorvattavia pintoja sisältävällä kappaleella. Taso- ja pyöröhiomakoneen käytön ammattitaitovaatimukset voidaan osoittaa kokonaan erillisenä koneistustyönä edellyttäen, että kappaleessa on erilaisia hiottavia pintoja.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii valmistettavalle kappaleelle työsuunnitelman ja työstöohjelman sekä koneistaa kappaleen. Hän tekee työn vaatimat työvälineiden asetukset ja koneistettavan kappaleen siirrot ja kiinnitykset työstökoneeseen. Ammattitaito osoitetaan myös kappaleen huolellisessa käsittelyssä ja viimeistelyssä sekä laaduntuottokykyyn liittyvässä mittausosaamisessa. Mittausosaaminen varmistetaan arvioitsijoiden suorittamalla vertailumittauksilla. Nostotöiden osaaminen kuuluu ammattitaitovaatimukseen, mutta tutkintotilaisuudessa ammattitaito osoitetaan vain niiltä osilta kuin nosto- ja työsuorituksessa tarvitaan.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastatella ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

## **3.6 CAM-2D-työstöratojen valmistus**

### **Ammattitaitovaatimukset**

Tutkinnon osan suorittajalla on sellainen ammattitaito NC-koneistuksesta, että hän osaa luoda CAM-ohjelmalla 2D-kuvan, jonka pohjalta hän valmistaa tarvittavat työstöradat. Hän tuntee ohjelmiston rakenteen ja osaa hyödyntää ohjelmiston tarjoamia mahdollisuuksia, kuten materiaali- ja työkalukirjastoja. Hän osaa simuloida tehdyt työstöradat ja arvioida sen avulla ohjelman toimivuutta sekä tehdä mahdollisesti tarvittavat muutokset työstöratoihin ja geometriaan.



## Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li> <li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li> <li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li> </ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li> <li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>ottaa huomioon työsuunnitelmissa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön.</li> </ul>
Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät</li> <li>osaa valita tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li> <li>osaa suorittaa kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusomaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>

**Tutkinnon suorittaja osaa piirtää työstöratojen ohjelmoinnin kannalta oleelliset alkiot tai osaa editoida valmista kuvaa niin, että työstöratojen ohjelmoinnin kannalta oleelliset alkiot ovat hyödynnettävissä työstöohjelmaa luotaessa.**

Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Geometrian luonti	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee ohjelmoinnissa tarvittavan kappaleen nollapisteen oikein</li> <li>• osaa piirtää monimuotoisen kappaleen vaatiman kaksiulotteisen geometrian tai osaa käyttöönottaa valmiin kuvan CAM-ohjelmistolla</li> <li>• osaa siirtää työkappaleen kuvaruudulla tarkoituksenmukaiseen asentoon ja sijaintiin</li> <li>• osaa editoida kuvaa niin, että vain työstöratojen valmistukselle oleelliset elementit jäävät.</li> </ul>

**Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstöohjelman CAM-ohjelmistolla monimuotoiselle kappaleelle.**

Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Ohjelmointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee johdonmukaisesti etenevän ohjelman</li> <li>• osaa hyödyntää mahdolliset materiaali-, työkalu- ja työstöarvokirjastot</li> <li>• hyödyntää monipuolisesti erilaisia työkiertoja</li> <li>• osaa valita tarkoituksenmukaiset lastunvahvuudet rouhintaan ja jättää sopivan viimeistelyvaran</li> <li>• osaa tarkastaa postprosessoidun ohjelman ja tarvittaessa editoida sitä tietokoneella tai työstökoneen ohjauksella.</li> </ul>
Työstöohjelman simulointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa simuloida ohjelman tietokoneella</li> <li>• osaa hyödyntää simulointitoimintoa työstöratojen tarkastuksessa ja tehdä tarvittavat korjaukset työstöratoihin.</li> </ul>

**Tutkinnon suorittaja osaa tehdä tiedonsiirron CAM-ohjelman ja työstökoneen välillä. Hän osaa tehdä tarvittavan dokumentoinnin ja hallitsee tietokoneen käytön perusteet.**

Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Tiedonsiirto	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tehdä tarvittavat parametriasetukset tiedonsiirron onnistumiseksi</li> <li>• osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päinvastoin.</li> </ul>
Dokumentointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa dokumentoida työstöohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>

Tietotekniikan hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttäjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>• osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>• osaa luoda työsuunnitelman tai muun dokumentaation tekstinkäsittelyohjelmaa käyttäen</li> <li>• ymmärtää oman tietokoneen ja verkkoympäristön tietoturvan ylläpidon merkityksen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutuisuus ja suunnitelmallisuus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutuisuuden kuin kilpailukyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Vieras kieli	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää tarvittavissa määrin englanninkielistä tietoteknistä sanastoa</li> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan niin, että tutkinnon osan suorittaja luo valmistettavan kappaleen geometrian tai muokkaa CAM-ohjelmistoon tuotua CAD-tiedostoa siten, että pystyy hyödyntämään sitä työstöratojen luonnissa. Valmistettavan kappalegeometrian avulla luodaan työstöradat, muokataan työkalukirjasto tarkoituksenmukaiseksi ja työn aikana sekä lopuksi varmistetaan simuloinnilla luotujen työstöratojen toimivuus. Tuotos tallennetaan verkkolevyille tai muuhun yrityksessä käytössä olevaan mediaan sekä siirretään työstökoneelle koneistusta varten.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii ensin työsuunnitelman kappaleen valmistamisesta ottaen huomioon kiinnitykset sekä muut vaatimukset. Varsinaisen työstöohjelman hän laatii CAM-ohjelmistolla, joka sisältää vähintään geometrian luonnin ja muokkaustoiminnot sekä työkalukirjasto- ja simulointitoiminnot. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastattelemalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla varsinaisesta työstöohjelmasta erillisillä tehtävillä.

### 3.7 CAM-3D-työstöratojen valmistus

#### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittajalla on sellainen ammattitaito NC-koneistuksesta ja CAM-ohjelmoinnista, että hän osaa luoda monimuotoisen tuotteen valmistuksessa tarvittavat työstöradat. Hän osaa luoda uuden mallin tai muokata valmista CAD-ohjelmalla tuotettua pinta- tai tilavuusmallia, jota hyödyntäen hän luo vähintään kolmiakseliset työstöradat. Hän osaa simuloida tehdyt työstöradat ja arvioida sen avulla ohjelman toimivuutta sekä tehdä mahdollisesti tarvittavat muutokset työstöratoihin ja malliin.

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

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Piirustusmerkintöjen, standardien ja taulukoiden tulkinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa selvittää piirustuksessa esiintyvien mittatoleranssien ja yleis-toleranssien suuruuden standardia tai taulukkoja käyttäen</li> <li>tuntee geometrinen toleranssien merkinnät ja käyttötavat</li> <li>tuntee ISO-standardin mukaiset pinnanlaatumerkinnät.</li> </ul>
Työn vaiheistuksen suunnittelu	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet ja ottaa huomioon työvarat</li> <li>tekee johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>ottaa huomioon muoto- ja sijaintitoleranssit vaiheistusta suunnitellessaan</li> <li>ottaa huomioon työsuunnitelmissa materiaalien kokonaistaloudellisen käytön.</li> </ul>

Työvälineiden ja työstöarvojen valinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa valita työhön sopivat rouhinta- ja viimeistelyterät</li> <li>osaa valita tarkoituksenmukaiset työstöarvot</li> <li>osaa suorittaa kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Materiaalien tunteminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tuntee yleisten rakenne- ja työkaluterästen, ruostumattomien ja haponkestävien terästen, valurautojen, alumiinin ja muiden ei-rautametallien ainesmerkinnät ja käyttökohteet</li> <li>tunnistaa materiaalimerkinnästä aineen lastuttavuusominaisuudet sekä vaikutukset terän valintaan ja työstöarvoihin.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa luoda työstöratojen ohjelmoinnin kannalta oleelliset rautalanka-, pinta- tai tilavuusmallit tai osaa muokata valmista mallia niin, että työstöratojen ohjelmoinnin kannalta oleelliset muodot ovat hyödynnettävissä työstöohjelmaa luotaessa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Geometrian luonti	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>valitsee ohjelmoinnissa tarvittavan kappaleen nollapisteen oikein</li> <li>osaa piirtää monimuotoisen kappaleen vaatiman kolmiulotteisen mallin tai osaa käyttöönottaa valmiin CAD-ohjelmistolla tuotetun rautalanka-, pinta- tai tilavuusmallin</li> <li>osaa siirtää työkappaleen kuvaruudulla tarkoituksenmukaiseen asentoon ja sijaintiin</li> <li>osaa muokata valmista mallia niin, että vain työstöratojen valmistukselle oleelliset elementit jäävät.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työstöohjelman 3D-CAM-ohjelmistolla monimuotoiselle kappaleelle.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Ohjelmointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tekee johdonmukaisesti etenevän ohjelman</li> <li>osaa hyödyntää ja muokata materiaali-, työkalu- ja työstöarvokirjastoja</li> <li>osaa hyödyntää monipuolisesti erilaisia työkiertoja ja työstötapoja</li> <li>osaa valita tarkoituksenmukaiset lastunvahvuudet rouhintaan ja jättää sopivan viimeistelyvaran</li> <li>osaa tarkastaa postprosessoidun ohjelman ja tarvittaessa editoida sitä tietokoneella tai työstökoneen ohjauksella.</li> </ul>

Työstöohjelman simulointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa simuloida ohjelman tietokoneella</li> <li>osaa hyödyntää simulointitoimintoa työstöratojen tarkastuksessa ja tehdä tarvittavat korjaukset työstöratoihin.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä tiedonsiirron CAM-ohjelman ja työstökoneen välillä. Lisäksi tutkinnon suorittaja osaa tehdä tarvittavan dokumentoinnin ja hallitsee tietokoneen käytön perusteet.</b>	
Tiedonsiirto	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa tehdä tarvittavat parametriasetukset tiedonsiirron onnistumiseksi</li> <li>osaa tehdä ohjelmien siirron tietokoneelta NC-koneelle ja päinvastoin.</li> </ul>
Dokumentointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa dokumentoida työstöohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>
Tietotekniikan hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa käyttöjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>osaa luoda työsuunnitelman tai muun dokumentaation tekstinkäsittelyohjelmaa käyttäen</li> <li>ymmärtää oman tietokoneen ja verkkoympäristön tietoturvan ylläpidon merkityksen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>
Työn joutisuus ja suunnitelmallisuus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>saavuttaa vastaavan joutisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>

Vieras kieli	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää tarvittavissa määrin englanninkielistä tietoteknistä sanastoa</li> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä.</li> </ul>
--------------	--

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan niin, että tutkinnon osan suorittaja luo valmistettavan kappaleen geometrian tai muokkaa 3D-CAM-ohjelmistoon tuotua CAD-tiedostoa siten, että pystyy hyödyntämään sitä työstöratojen luonnissa. Valmistettavan kappalegeometrian avulla luodaan työstöradat, muokataan työkalukirjasto tarkoituksenmukaiseksi ja työn aikana sekä lopuksi varmistetaan simuloinnilla luotujen työstöratojen toimivuus. Tuotos tallennetaan verkkolevyille tai muuhun yrityksessä käytössä olevaan mediaan sekä siirretään työstökoneelle koneistusta varten.

Tutkintotilaisuudessa tutkinnon osan suorittaja laatii ensin työsuunnitelman kappaleen valmistamisesta ottaen huomioon kiinnitykset sekä muut vaatimukset. Varsinaisen työstöohjelman hän laatii 3D-CAM-toiminnot sisältävällä ohjelmistolla, joka sisältää rautalanka-, pinta- tai tilavuusmallinnuksen ja mahdollistaa vähintään kolmiakselisten työstöratojen valmistuksen. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastatteleamalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla varsinaisesta työstöohjelmasta erillisillä tehtävillä.

## 3.8 Robotiikka työstökonesolussa

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon osan suorittajalla on sellainen ammattitaito työstötekniikasta ja robotiikasta, että hän pystyy tuottavasti hyödyntämään robottia tuotantovälineenä. Hän osaa tehdä robotille tarvittavat ohjelmat, määrittää koordinaatistot ja käyttää robottisolua (esim. NC-sorvi ja robotti). Hän osaa tehdä myös tarvittavan paletointiohjelman robotille. Hän osaa ottaa huomioon turvallisuusnäkökohdat robotin ohjelmoinnissa ja testauksessa.

## Arviointi (ammattitaitovaatimukset, arvioinnin kohteet ja kriteerit)

Ammattitaitovaatimukset	
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen työsuunnitelman.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työn vaiheistuksen suunnittelu	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa tulkita piirustuksia ja tunnistaa kappaleen rakenteen aiheuttamat valmistustekniset vaikeudet</li> <li>• osaa tehdä johdonmukaisen työn vaiheistuksen</li> <li>• osaa robotiikan perussanaston.</li> </ul>
Tarraimien ja työkalujen valinta	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tunnistaa eri robotityypit</li> <li>• valitsee työhön sopivat tarraimet</li> <li>• osaa kiinnittää tarvittavat työkalut tai tarraimet</li> <li>• osaa suorittaa kustannusvertailuja eri vaihtoehtojen välillä.</li> </ul>
Laatuvaatimusten huomioiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa työpiirustusten ja työohjeiden avulla selvittää työltä ja tuotteelta edellytettävät laatuvaatimukset</li> <li>• tuntee työpaikalla käytössä olevan laatujärjestelmän omalle toiminnalleen asettamat vaatimukset.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa laatia tarkoituksenmukaisen ohjelman robotin käsiohjaimen avulla tai etäohjelmoimalla.</b>	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Robotin ohjelmointi	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttää erilaisia koordinaatioita ja tarvittaessa luoda uusia</li> <li>• ohjelmoi tarkoituksenmukaiset liikenopeudet ja käyttää robotin eri liiketyyppejä ja paikoitustapoja</li> <li>• ottaa huomioon eri liiketyyppien ja nopeuksien tuottaman liikerradan ja paikoitustarkkuuden</li> <li>• osaa ohjelmoida tarvittavat odotusajat ja turvatarkastelut</li> <li>• osaa tehdä yksinkertaisen paletointiohjelman robotille</li> <li>• osaa käyttää ja luoda aliohjelmiä</li> <li>• osaa käyttää robotin tuloja ja lähtöjä (I/O:t), kuten NC-työstökoneen ja oheislaitteiden kytkentä robottiohjelmaan</li> <li>• osaa ottaa käyttöön aiemmin tehtyjä robottiohjelmiä ja tarvittaessa editoida niitä tehokkaammiksi.</li> </ul>



<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä tuotteen valmistukseen reitin (ohjelman).</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tuotteen valmistus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee valmistettavalle tuotteelle kokonaistaloudellisen reitin (ohjelman)</li> <li>• tekee johdonmukaisesti etenevän ohjelman</li> <li>• valitsee ja käyttää oikeanlaista tarrainta</li> <li>• osaa havainnoida mahdollisen häiriötilanteen aiheuttajan ja purkaa turvallisesti tilanteen ja käynnistää prosessin uudelleen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa tehdä tiedonsiirron tietokoneen ja robotin välillä. Lisäksi tutkinnon suorittaja osaa tehdä tarvittavan dokumentoinnin ja hallitsee tietokoneen käytön perusteet.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Tiedonsiirto	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• tekee ohjelmien siirron tietokoneelta robotille ja päinvastoin virheettömästi.</li> </ul>
Dokumentointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa dokumentoida robotin ohjelman niin, että se on hyödynnettävissä myöhemmin.</li> </ul>
Tietotekniikan hallinta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• osaa käyttäjärjestelmän käytön ja tiedonhallintaan liittyvät perusasiat</li> <li>• osaa luoda ja tallentaa tiedoston oikeaan paikkaan oikeassa tiedostomuodossa</li> <li>• osaa luoda työsuunnitelman tai muun dokumentaation tekstinkäsittelyohjelmaa käyttäen</li> <li>• ymmärtää oman tietokoneen ja verkkoympäristön tietoturvan ylläpidon merkityksen.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja hallitsee työkokonaisuuden ja osaa toimia työyhteisössä työelämän toimintatavoilla.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Taloudellinen toiminta	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>• käyttää työvälineitä, koneita ja laitteita hyväksyttävällä ja taloudellisella tavalla sekä pitää yllä niiden käyttökuntoa tehtävänkuvansa mukaisesti</li> <li>• sitoutuu vastaanottamiinsa työtehtäviin ja vastaa osaltaan niiden tuloksista</li> <li>• osaa arvioida oman työnsä tehokkuutta, ymmärtää jatkuvan parantamisen merkityksen osana työtään ja pyrkii ottamaan sen huomioon omassa toiminnassaan.</li> </ul>

Nostotyöt	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• valitsee sopivimman nostoapuvälineen nostettavalle taakalle</li> <li>• tarkastaa nostoapuvälineen kunnon silmämääräisesti ja ilmoittaa vioista, vaurioista ja poikkeavuuksista heti esimiehelle</li> <li>• ottaa huomioon nostotyön asettamat turvallisuusvaatimukset.</li> </ul>
Työturvallisuudesta huolehtiminen	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• tuntee erilaiset robotin työskentelyalueen turvaratkaisut</li> <li>• huolehtii työtehtävänsä mukaisesti työturvallisuudesta ja käyttää henkilönsuojaimia</li> <li>• huolehtii työympäristön järjestys- ja puhdistustehtävistä työturvallisuus- ja jätteidenkäsittelyvaatimukset huomioiden.</li> </ul>
Työn joutisuus ja suunnitelmallisuus	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• saavuttaa vastaavan joutisuuden kuin kilpailukykyisen suomalaisen konepajan ammattihenkilöltä vaaditaan</li> <li>• pystyy suunnittelemaan ja toteuttamaan työtehtävänsä siten, että tarpeettomat odotusajat vältetään.</li> </ul>
Vieras kieli	<p>Tutkinnon suorittaja</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ymmärtää tarvittavissa määrin englanninkielistä tietoteknistä sanastoa</li> <li>• osaa tulkita englanninkielisiä ohjekirjoja</li> <li>• osaa kommunikoida auttavasti työyhteisössä englannin kielellä.</li> </ul>

## Ammattitaidon osoittamistavat

Ammattitaito osoitetaan robotilla, joka on kytketty työstökoneeseen tai muuhun tuotantokäyttöön, kuten viimeistelyrobotiksi. Tutkinnon osan suorittaja osoittaa osaamisensa jonkin tuotteen valmistukseen kytketyn robotin ohjelmoinnissa käsiohjaimella tai etäohjelmointina työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Tutkinnon osan suorittaja laatii reitityssuunnitelman sarjakoon ja muiden resurssien mukaan. Ohjelmoinnin tulee sisältää tarvittavien koordinaatistojen asettamisen ja robotin liikeratojen ja nopeuksien ohjelmoinnin. Ammattitaito osoitetaan myös oheislaitteiden kytkennässä, kuten työstökoneen pakan ja oven toiminnan ajoituksessa robotin ja koneen välillä. Tutkintotilaisuuteen kuuluu myös ohjelman testaus ja käyttöönotto sekä työpaikan käytäntöjen mukainen robottisolun toiminnan dokumentointi.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon suorittajaa haastattelemalla ja kysymyksiä esittämällä. Tarvittaessa ammattitaito osoitetaan varsinaisesta työkokonaisuudesta erillisillä tehtävillä niin, että tutkinnon osan ammattitaitovaatimusten mukainen ammattitaito tulee osoitettua.

## 3.9 Konepajamittaukset

### Ammattitaitovaatimukset

Tutkinnon suorittaja osaa suorittaa koneistettujen kappaleiden konepajamittauksia käsimittausvälineillä. Hän ymmärtää koneistettavien kappaleiden työpiirustusten mitta- ja toleranssimerkinnät ja tietää tarkkuusvaatimusten merkityksen mittalaitetta valittaessa.

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

Ammattitaitovaatimukset	
Tutkinnon suorittaja osaa laatia mittaus suunnitelman käsimittausvälineillä mittaukseen.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Työpiirustusten ymmärtäminen	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>osaa lukea pituusmittojen toleranssimerkinnät</li><li>osaa lukea geometriset toleranssimerkinnät</li><li>osaa lukea pinnankarheuden merkinnät.</li></ul>
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 merkityksen.</li></ul>
Mitattavan kappaleen tarkastus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>tarkastaa mitattavan kappaleen vaatimustenmukaisuuden silmämääräisesti</li><li>havaitsee kappaleen mittaustuloksiin vaikuttavan mahdollisen lämpötilapoikkeavuuden</li><li>puhdistaa tarvittaessa kappaleen.</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>
Tutkinnon suorittaja osaa käsimittavälineiden oikean käsittelyn.	
Arvioinnin kohteet	Arvioinnin kriteerit
Mittausvälineiden käsittely	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"><li>käsittelee mittausvälineitä huolellisesti</li><li>pitää mittausvälineet puhtaina.</li></ul>

Mittausvälineiden säilytys	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>säilyttää mittausvälineet tarkoituksenmukaisesti suojattuina</li> <li>valitsee puhtaan ja mittausvälineiden säilytykseen tarkoituksenmukaisen tilan.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa mitata työntömitoilla, mikrometreillä, mittakelloilla sekä käyttää mittapaloja, tulkkeja ja pinnankarheusmallineita.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittalaitteen päivittäistarkastus	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>tekee päivittäistarkastuksen</li> <li>tarkistaa määräaikaikalibroinnin voimassaolon.</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 mitata kaari-, syvyys-, kaksipiste-, kolmipiste-, tikku- ja kierremikrometrillä</li> <li>tietää 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 käännetilan vaikutuksen huomioon</li> <li>osaa valita mittakellon mitattavan kohteen mukaan</li> <li>osaa lukea erilaisia asteikkoja (0,01–0,001)</li> <li>osaa mitata heittoja ja muotovirheitä vipu- ja mittakellolla</li> <li>osaa mitata sisämittaustalaitteella sekä hallitsee sen asetuksen käytettävissä olevilla välineillä.</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>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa arvioida mittausepävarmuutta ja ottaa sen huomioon mittauksissa.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</b>
Mittausepävarmuuden arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa ottaa huomioon mittausvälineitä valitessaan mittausolosuhteista, mittausvälineistä, mittaustavasta ja mittaajasta johtuvat mittausepävarmuudet</li> <li>osaa arvioida eri mittausepävarmuustekijöiden vaikutuksen mittaustuloksiin</li> <li>ymmärtää työpaikalla tehdyt mittausepävarmuuden määrytykset ja niiden perusteet.</li> </ul>
<b>Tutkinnon suorittaja osaa raportoida ja analysoida mittaustuloksia.</b>	
<b>Arvioinnin kohteet</b>	<b>Arvioinnin kriteerit</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>tietää muotovirheistä, pinnankarheudesta ja muista kappaleesta aiheutuvista vaikutuksista mittaustulokseen</li> <li>tietää mittalaitteesta, mittaajasta ja ympäristöstä aiheutuvat virheet</li> <li>ottaa huomioon satunnaisvirheet mittaustapahtumassa</li> <li>ymmärtää puhtauden ja lämpötilan merkityksen mittaustapahtumassa.</li> </ul>
Mittaustuloksen arviointi	Tutkinnon suorittaja <ul style="list-style-type: none"> <li>osaa arvioida, onko mitattu kohde hyväksytty, hylätty tai korjattavissa.</li> </ul>

## **Ammattitaidon osoittamistavat**

Ammattitaito osoitetaan tekemällä mittauspöydällä erikokoisten, tarkkuusvaatimuksiltaan vaativien ja monipuolisesti koneistettujen kappaleiden laadunvalvontamittauksia. Tutkinnon osan suorittaja mittaa kappaleita siinä laajuudessa, että osoitetun ammattitaidon voidaan katsoa vastaavan ammattitaitovaatimuksia. Mittaustuloksista laaditaan mittauspöytäkirjat, joihin tulee mittaajan arviointi hyväksyttävyydestä tai korjattavuudesta.

Ammattitaidon osoittamista voidaan täydentää tutkinnon osan suorittajaa haastatteleamalla ja kysymyksiä esittämällä sekä tarvittaessa pienimuotoisilla kirjallisilla tehtävillä.

### **3.10 Tutkinnon osa muista tutkinnoista**

Koneistajan ammattitutkintoon voidaan sisällyttää valinnaiseksi tutkinnon osaksi tutkinnon muodostumisen vaihtoehdossa kaksi jokin seuraavista tutkinnon osista:

Työvälinevalmistajan ammattitutkinto

- NC-avarrus
- NC-kipinätyöstö, uppokipinäinti
- NC-kipinätyöstö, lankasahaus
- Suurnopeustyöstö
- Tuotantoautomaatio, joustavat järjestelmät

Työvälinemestarin erikoisammattitutkinto

- NC-avarrus
- NC-kipinätyöstö, uppokipinäinti
- NC-kipinätyöstö, lankasahaus
- Suurnopeustyöstö
- Tuotantoautomaatio, joustavat valmistusjärjestelmät



Painettu  
ISBN 978-952-13-5314-7  
ISSN 1798-887X

Verkkojulkaisu  
ISBN 978-952-13-5315-4  
ISSN 1798-8888

Opetushallitus on hyväksynyt nämä näyttötutkinnon perusteet ammatillisesta aikuiskoulutuksesta annetun lain nojalla.

Näyttötutkinnot ovat erityisesti aikuisväestöä varten suunniteltu ja kehitetty tutkinnon suorittamistapa.

Näyttötutkintojen suunnittelu ja toteuttaminen perustuvat opetusalan ja työelämän asiantuntijoiden tiiviiseen yhteistyöhön.

Opetushallitus  
[www.oph.fi](http://www.oph.fi)  
[www.oph.fi/nayttotutkinnot](http://www.oph.fi/nayttotutkinnot)  
[www.oph.fi/nayttotutkintojen\\_perusteet](http://www.oph.fi/nayttotutkintojen_perusteet)