

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Kone- ja metallitekniikan koulutusohjelma  
Modernit tuotantojärjestelmät

Opinnäytetyö

Toni Häkkinen

## **OPETUSSUUNNITELMAN PERUSTEET**

Työn ohjaaja  
Työn teettäjä

Tampere 2008

Lehtori Kaarlo Koivisto  
Tampereen ammattiopisto  
valvojana vs. rehtori Kyösti Lehtonen

# TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja metallitekniikan koulutusohjelma

Modernit tuotantojärjestelmät

Häkkinen, Toni

Valumallinvalmistuksen valtakunnallinen  
opetussuunnitelma (lyhenne: OPS)

Tutkintotyö

39 sivua

Työn ohjaaja

lehtori Kaarlo Koivisto

Työn teettäjä

Tampereen ammattiopisto,

valvojana rehtori (viransijainen) Kyösti Lehtonen

Lokakuu 2008

Hakusanat

opetussuunnitelma, valumallinvalmistus,  
valtakunnallinen

## TIIVISTELMÄ

Tässä opinnäytetyössä laadittiin opetussuunnitelman perusteet. Opetussuunnitelma astuu voimaan v. 2009 ja on voimassa toistaiseksi, kunnes opetusministeriö katsoo tarpeelliseksi jälleen ajanmukaistaa ja uusia valtakunnallisia opetussuunnitelmien perusteita.

Suurin uudistus edelliseen suunnitelmaan oli näyttöjen tuominen mukaan oppimiseen. Näyttöjen tarkoitus on käytännössä osoittaa opetetun asian oppiminen. Näytöt pitäisi pyrkiä tekemään pääasiassa työssäoppimispaikoissa. Opiskelija, työssäoppimispaikan ohjaaja ja opettaja osallistuvat kaikki näytön arviointiin, jossa arvioidaan oppilaan ydinosaaminen aina kyseisestä opintokokonaisuudesta.

Opintokokonaisuudet muodostavat yhdessä koko perustutkinnon laajuuden. Opintokokonaisuuden alussa on ensin kerrottu tutkinnon keskeinen sisältö muutamalla lauseella. Sen jälkeen on ranskalaisin viivoin lueteltu yksityiskohtaisesti, mitä opiskelijan pitäisi tietää ja taitaa. Arviointikriteerit kertovat, kuinka arvosanat muodostuvat, ja lopussa on kerrottu ammattitaidon osoittamistavat.

# TAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Mechanical and Production Engineering

Modern manufacturing systems

Häkkinen, Toni

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

National Curriculum of Pattern Making

39 pages

master Kaarlo Koivisto

Tampere College,

supervisor: principal (substitute) Kyösti Lehtonen

August 2008

Keywords

curriculum, pattern making, national

## ABSTRACT

As we say in Finland, well planned is already half done. Although lessons are always different from another, teaching becomes much easier, if you have a good year plan. That's where the national curriculum steps in.

My engineering thesis is a national curriculum for pattern making. It will be valid in 2009 and will be as long as the ministry of Education sees it necessary to update it.

The biggest improvement compared to the previous curriculum, are the vocational skills demonstrations. The meaning of the demonstrations is, that the students show their skills in practise.

Vocational skills demonstrations usually take place at the on-the-job learning companies. The student, the workplace instructor and the teacher take part to an assessment where they measure the student's core skills one study module at a time.

Every study module has its own criteria and grading scale. All study modules together make the whole occupation.

## ALKUSANAT

Tämän tutkintotyön aiheen valinta tuli minulle vs. rehtori Kyösti Lehtosen esittämänä. Toimin opettajana Tampereen ammattiopiston Hepolamminkadun toimipisteessä, jossa tällä hetkellä olen ainoa päätoiminen valumallinvalmistuksen opettaja.

Kyösti Lehtonen tiedusteli keväällä, voisinko tehdä valtakunnallisen opetussuunnitelman omalle alalleni. Se oli hyvä idea, koska siinä ratkeaisi samalla tutkintotyöni aihe. Varmistin Tampereen ammattikorkeakoulusta täyttääkö valtakunnallisen opetussuunnitelman laatiminen tutkintotyön kriteerit.

Kiitän kaikkia, jotka ovat auttaneet minua opintojeni eteenpäin saattamisessa. Erityiskiitokset elämänkumppanilleni Tuulille, joka on jaksanut nämä kolme vuotta seurata insinööriksi kasvamistani ja auttanut minua kielellisesti sekä mielellisesti.

Lempäälässä 18.10.2008

---

Toni Häkkinen

## **SISÄLLYSLUETTELO**

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

SISÄLLYSLUETTELO .....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 OPPIMISTYYLIT .....	7
2.1 Oppimistyyli 1 osallistuva kokeilija.....	8
2.2 Oppimistyyli 2 konkreettinen kokija .....	8
2.3 Oppimistyyli 3 pohdiskeleva havainnoija .....	9
2.4 Oppimistyyli 4 abstrakti käsitteellistäjä .....	9
3 OPS PROJEKTINA.....	10
4 OPETUSSUUNNITELMA .....	13
4.1 Valimotekniikan yleisosaaminen 10 ov.....	14
4.2 Valumallinvalmistus 30 ov .....	17
4.3 Muovimallinvalmistus 10 ov .....	23
4.4 CAD/CAM suunnittelu/valmistus 10 ov .....	28
4.5 Valumallinvalmistuksen alkeet 10 ov .....	33
5 PÄÄTELMÄT .....	37
LÄHTEET .....	39

## 1 JOHDANTO

Opetussuunnitelma on opettajan raamattu. Siihen on kirjattu tutkinnon suorittamiseen vaadittavat tiedot ja taidot. Opetussuunnitelma antaa raamit opettajalle asioiden opettamiseen ja pohjan koulukohtaisen opetussuunnitelman luomiseen.

Opetussuunnitelman uudistamisen tarve tulee aina silloin tällöin, yleensä kun tekniikka ja ammattitaito kehittyvät yrityksissä. Uudistuneen suunnitelman myötä saadaan ajanmukaistettua opetus niin, että yritykset saavat jatkossakin oikeilla ja ajanmukaisilla tietotaidoilla varustettuja oppilaita.

Suurin uudistus edelliseen suunnitelmaan on näyttöjen tuominen mukaan oppimiseen. Näyttöjen tarkoitus on osoittaa käytännössä opetetun asian oppiminen. Opiskelija, työssäoppimispaikan ohjaaja ja opettaja osallistuvat kaikki näytön arviointiin, jossa arvostellaan oppilaan ydinosaaminen kyseisessä opintokokonaisuudessa.

Opetussuunnitelma poikkeaa vanhasta erityisesti rakenteellisesti, koska muutokset koskivat suurelta osin opetuskokonaisuuksien yhdenmukaistamista. Arviointikriteerit muuttuivat kolmeportaisiksi (1, 3, 5), kun ne olivat aikaisemmin viisiportaisia (1-5).

Projektin tavoitteet on kirjattu päätöksessä 189/422/2007.

Tavoitteena oli tuottaa ehdotus kone- ja metallialan perustutkinnon opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteiksi. Työssä rajauduttiin suomenkielisten versioiden laatimiseen.

Kyseessä oli tekijälleen ensimmäinen valtakunnallinen opetussuunnitelma. Tämä viimeistään auttoi pääsemään todella hyvin kiinni oman ammatin osakokonaisuuksiin ja edelleen laittoi ajattelemaan asioita useasta eri näkökulmasta. Tekijä valittiin valimoalan tiimiin, jossa hänen osuudekseen jäi suunnitella valumallinvalmistajan perustutkinnon opetussuunnitelma.

Koska valumallinvalmistuksen opetusta on pyritty uudistamaan niin, että se palvelisi paremmin teollisuustyönantajien tarpeita, ammatin opettaja kiersi keväällä 2008 useassa yrityksessä kertomassa opetussuunnitelman uudistuksesta. Tilaisuus esitellä laadittavaa suunnitelmaa syntyi, kun opiskelijat olivat työssäoppimisjaksollaan alan eri yrityksissä. Palautetta yrityksistä ei juurikaan tullut, mikä saattaa olla työkiireiden syytä. Hyvänä pidettiin sitä, että yritysten tarpeet huomioidaan entistä enemmän koulutuksessa.

Apua suunnitelman laatimiseen ammatin opettaja sai myös omasta kokemuksestaan teollisuuden leivissä, kuten myös nuortennäyttöjen opetussuunnitelmasta, jonka hän suunnitteli pari vuotta aiemmin.

Hyvä opettaja tiedostaa erilaiset oppimistyylit ja osaa opettaa oppilaita näitä tietoja soveltamalla. Yleensä haastavaa on opettaa eri tavalla kuin sillä, mikä on oma tapa opiskella, ja samalla havainnoida, meneekö oppi perille asti. Opetus pitäisi tehdä opiskelijalle mielenkiintoiseksi yhä uudelleen ja uudelleen.

## 2 OPPIMISTYYLIT /1/

Koska oppiminen on jokaisella ihmisellä yksilöllistä, myös oppimistavat poikkeavat toisistaan, ja kaikki ne perustuvat aisteihin. Jokainen käyttää aistejaan omalla tavallaan, ja tämä määrää myös oppimisen tyylin. Yksi oppii tekemällä, toinen kuuntelemalla ja kolmas näkemällä. Tämä ei kuitenkaan tarkoita sitä, että oppiminen tietyn tyyppisellä opiskelijalla tapahtuisi aina samalla lailla. Oppimiseen vaikuttavat myös oppimistilanne, ikä ja moni muu asia. Kuvaavampaa onkin käyttää opiskelijoiden oppimisesta sanaa oppimiskarsina, jossa opiskelija liikkuu muuttuvien ympäristötekijöiden vaikutuksesta paikasta toiseen kuitenkin pysyen karsinan sisällä. Tältä pohjalta oppimisen voi jakaa karkeasti neljään kategoriaan, jotka käsitellään seuraavassa.

## 2.1 Osallistuva kokeilija

Osallistuva kokeilijan tunnistaa siitä, että hän haluaa kokeilla käytännössä kuinka uudet ideat ja ajatukset toimivat. Hän innostuu helposti ja tekee myös mielellään aloitteita ja suunnitelmia.

Osallistuva kokeilija on aina valmis etsimään parempaa tapaa toimia. Hän tulee usein kärsimättömäksi, jos asiat eivät etene tai niitä käsitellään pitkään.

Ominaispiirteinä voidaan pitää käytännöllisyyttä, maanläheisyyttä ja taipumusta tehdä käytännöllisiä päätöksiä.

## 2.2 Konkreettinen kokija

Konkreettinen kokija oppii parhaiten lähtemällä rohkeasti mukaan uusiin tilanteisiin. Hän on aktiivinen, avoin ja helposti innostuva.

Vaikka konkreettinen kokija käy käsiksi vaikeisiinkin tilanteisiin ja pitää eteen tulevien ongelmien ratkaisemisesta, ratkaisut voivat helposti jäädä pintapuolisiksi, sillä hänellä ei ole välttämättä pitkäjänteisyyttä ongelmien ratkaisuun tarvittavaan pohdiskeluun.

Konkreettinen kokija on usein seurallinen ja kaipaa muiden seuraa oppimistilanteissa. Teoriatieto jää hänen kohdallaan helposti erilliseksi.



### 2.3 Pohdiskeleva havainnoija

Pohdiskeleva havainnoija keskustelee mielellään muiden kanssa ja kuuntelee heidän ajatuksiaan. Hän kerää tietoa käsiteltävästä asiasta ja haluaa perehtyä asiaan perusteellisesti, ennen kuin tekee johtopäätöksiä.

Pohdiskelevalle havainnoijalle on tyypillistä siirtää päätöksentekoa ”yön yli”. Hän ottaa laajasti erilaisia näkökulmia huomioon, ennen kuin tekee johtopäätöksiä. Pohdiskeleva havainnoija myös tarkkailee mielellään muita taka-alalta oppimistilanteessa ja seuraa miten he toimivat.

Koska hän ei ole kovin taitava oppimaan kokeilemalla, tieto jää helposti teoriaksi.

### 2.4 Abstrakti käsitteellistäjä

Abstrakti käsitteellistäjä tarkastelee ilmiöitä huolellisesti, kohta kohdalta. Hän pyrkii muodostamaan kokonaisuuksia hajallaan olevista tiedoista ja yksityiskohdista.

Abstrakti käsitteellistäjä kiinnittää huomiota perustavaa laatua oleviin olettamuksiin, teorioihin ja malleihin.

Ominaispiirteitä ovat itsenäisyys ja asioiden tarkka pohdinta. Hän ei perusta ajatteluaan olettamuksiin eikä henkilökohtaisiin kokemuksiin ja on yleensä teoreetikko, joka tarvitsee paljon aikaa kokemukselliseen oppimiseen.

### 3 OPS PROJEKTINA /2/

Projektin tehtävänä on organisoida kone- ja metallialan perustutkinnon opetussuunnitelman ja näyttötutkinnon perusteiden uudistustyö siten, että työssä otetaan huomioon kehittyvän työelämän tarpeet valtakunnallisesti. Esimerkiksi valimoalan tarpeet osoittaisivat muutospaineita työstökoneiden kehitykseen robotiikan suuntaan sekä uusien muovien kehittämiseen mallien valmistuksessa.

#### Ympäristö

Tampereen kaupunki on kuvannut ympäristöä, jossa työtä tehdään. Mukaan on kutsuttu Pirkanmaan ja Hämeen alueelta koulutuksen järjestäjiä, jotka edustavat erilaisissa toimintaympäristöissä toimivia sekä opetussuunnitelma- että näyttötutkintoperusteista koulutusta järjestäviä oppilaitoksia. Hakemusta tehtäessä otettiin myös huomioon kone- ja metallialan, tieto- ja tietoliikennealan ja sähkö- ja automaatioalan läheinen yhteys työelämässä ja sen opetussuunnitelmatyölle asettamat vaatimukset. Opetussuunnitelmatyöhön varatun rahoituksen rajallisuus otettiin huomioon rajattaessa työryhmätyöskentelyyn osallistuvan joukon etäisyyttä Tampereelle.

#### Projektioorganisaatio

Opetushallitus asetti projektille ohjausryhmän. Sen lisäksi organisaatio koostuu hyvin kevyestä hallinnosta Tampereen ammattiopistossa. Tähän liittyy projektipäällikön tehtäviä ja sihteerityötä. Projektipäälliköksi nimettiin Vesa Helminen. Pääosan projektin organisaatiosta muodostaa työryhmä, joka nimettiin kone- ja metallialan työryhmäksi.

#### Työvaiheet ja –menetelmät

Työryhmä nimettiin lokakuussa 2007 projektipäällikön toimesta. Työryhmätyöskentelyn aloitus tehtiin yhteistyössä Oulun seudun

koulutuskuntayhtymän edustajien sekä Tampereen ammattiopiston toisen projektin (sähkö- ja automaatiotekniikka) kanssa, jotta yhtenäisyys kone- ja metallialan, tieto- ja tietoliikennetekniikan sekä sähkö- ja automaatiotekniikan välillä säilyisi. Työryhmiä johtavat henkilöt organisoivat työryhmätapaamiset projektipäällikön avustuksella.

**Osatehtävät, toimenpiteet ja niiden ajoitus**

Työryhmät asetettiin lokakuussa 2007 ja ensimmäisen vaiheen työryhmän kaksi kokoontumista sovittiin pidettäväksi Tampereella marraskuussa 2007 -tammikuussa 2008. Kommentoinnit sovittiin tehtäväksi verkkosivujen välityksellä.

Huhtikuussa 2008 pidettiin yhden päivän mittainen työseminaari, jonne kutsuttiin laajasti oppilaitosten ja työelämän edustajia. Työryhmät kokosivat työseminaarin tulokset seminaarin jälkeen ja palaute purettiin kahden kokoontumisen aikana (Tampereella toukokuusta syyskuuhun 2008).

Lopullisten opetussuunnitelmien versioiden takarajaksi asetettiin syyskuu 2008. Työn tulos luovutettiin Opetushallitukselle syksyllä 2008.

**Henkilöresurssit**

Pääosan projektin organisaatiosta muodostaa työryhmä. Kone- ja metallialan työryhmää johtaa diplomi-insinööri Matti Sumujärvi (Tampereen ammattiopisto).

Työryhmään kuuluvat Ahlberg Tapani (Tampereen ammattiopisto), Loponen Erkki (Koulutuskeskus Salpaus), Ojaniitty Esa (Vammalan ammattikoulu), Heikkilä Mika (Tampereen ammattiopisto), Häkkinen Toni (Tampereen ammattiopisto), Pietiläinen Janne (Pirkanmaan ammattiopisto), Laine Marko (Tampereen ammattiopisto), Lehtonen Kyösti (Tampereen ammattiopisto),

Heinonen Mika (Koulutuskeskus Tavastia), Mäkelä Simo  
(Mäntän seudun koulutuskeskus), Niemi Pekka (Tampereen ammattiopisto),  
Rajala Martti (Pirkanmaan ammattiopisto), Seppänen Heikki (Mäntän seudun  
koulutuskeskus).

#### Työn etenemisestä tiedottaminen

Opetussuunnitelmatyötä tehdään ryhmissä, joissa jokaisella jäsenellä on tehtävänänsä ja vastuualueenaan oma opintokokonaisuutensa. Ryhmän jäsenten välillä käydään jatkuvaa yhteydenpitoa työn edetessä. Ryhmän tuotokset ovat jatkuvasti esillä ja kommentoitavissa tätä projektia varten avatulla verkkoalustalla. Tieto tästä mahdollisuudesta toimitettiin kaikille alan oppilaitoksille ja tämän projektin yhteistyötahoille.

#### Raportointisuunnitelma

Tästä työstä tulee raportoida OPH:n asettamalle ohjausryhmälle ja Tampereen ammattiopiston johtoryhmälle. Raportoinnin OPH:n asettamalle ohjausryhmälle hoitavat työryhmien vetäjät opetushallituksen alavastaavien välityksellä. Ohjausryhmälle tiedotetaan projektin etenemisestä jokaisessa heidän kokoontumisessaan. Raportoinnin Tampereen ammattiopiston johtoryhmälle hoitaa projektipäällikkö.

## 4 OPETUSSUUNNITELMA

### 4.1 Valimotekniikan yleisosaaminen, 10 opintoviikkoa

Keskeisenä tavoitteena on, että tutkinnon suorittaja osaisi yksinkertaisten uloslyöntien piirtämisen ja ymmärtäisi valumallien ja keernalaatikoiden valmistuksen, korjauksen ja huollon periaatteet sisäistäen myös pintakäsittelyn ja viimeistelyn tarkoituksen. Tutustuminen CAD/CAM-maailmaan.

Sisältö tarkemmin

Tutkinnon suorittaja

- osaa lukea yksinkertaisia koneenpiirustuksia ja piirtää niistä uloslyönnit ohjeiden mukaan.
- ymmärtää kutistumamittojen, työstövarojen ja hellitysten periaatteet.
- osaa piirtää näkyviin työstövarat, tarvittavat hellitykset ja keernamerkit ohjeiden mukaan.
- tietää yksinkertaisten valumallien valmistuksen puusta, muovista tai vastaavasta materiaalista.
- tietää yksinkertaisten 2-osaisten keernalaatikoiden toiminta- ja valmistus- periaatteet puusta tai muusta vastaavasta materiaalista.
- tietää mallin ja valujärjestelmän sijoituksesta ja kiinnittämisestä mallipohjille ohjeen mukaisesti.
- tietää menetelmät mallien ja keernalaatikoiden pintojen viimeistelyyn, kittaukseen ja maalaukseen
- ymmärtää yksinkertaisten valumallien ja keernalaatikoiden korjauksen ja uudelleenmaalauksen.
- tietää mikä merkitys on viimeistelyllä ja pintakäsittelyllä valukappaleen laatuun ja kaavauksen onnistumiseen.
- ymmärtää CAD/CAM-tekniikalla valmistettavien mallivarusteiden merkityksen tulevaisuuden valimotekniikassa.

## Arviointi

Taulukkoon on koottu arviointikriteerit kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikohteittain.

Arvioinnin kohteet	Arviointikriteerit		
	Tyydyttävä T1 Tutkinnon suorittaja	Hyvä H3 Tutkinnon suorittaja	Kiitettävä K5 Tutkinnon suorittaja
<b>1. Työprosessien hallinta</b>			
<b>Suunnitelmallinen työskentely</b>	tarvitsee ohjausta	etenee työssään itsenäisesti, mutta tarvitsee ohjausta alkuun pääsyssä tai työvaiheesta toiseen siirtyessään	työskentelee suunnitelmallisesti
<b>Työn kokonaisuuden hallinta</b>	saa aikaan toimivan uloslyönnin, mutta vain ohjauksen avulla	hallitsee työkokonaisuuden, mutta tarvitsee ohjausta	saa aikaan toimivan uloslyönnin annettujen dokumenttien mukaisesti
<b>Aloitekyky ja yrittäjäyys</b>	kysyy tarvittaessa neuvoa	vaatii alussa ohjausta, huomioi yrittäjäyden	työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi
<b>2. Työmenetelmien ja välineiden hallinta</b>			
<b>Työkoneiden käyttö</b>	tietää mallinvalmistuksessa käytettävät koneet ja laitteet	osaa käyttää ja säätää uloslyöntiin tarvittavia laitteita oikein	saa aikaan itsenäisesti mittatarkan ja siistin uloslyönnin
<b>Työvälineiden käyttö</b>	käyttää työvälineitä tarkoituksenmukaisesti	kykenee valitsemaan oikeat työkalut ja huoltamaan ne	suorittaa itsenäisesti työkalujen valinnan, säädöt ja huollot
<b>Materiaalien hallinta</b>	tietää mallinvalmistuksessa käytettävät materiaalit	käsittelee ja koneistaa materiaaleja oikein	ennakoi ja valitsee uloslyöntiä tehdessään materiaalin ja kykenee merkitsemään työsaumat uloslyöntiin



<b>4. Avaintaidot</b>			
<b>Työturvallisuus, terveys ja työkyky</b>	noudattaa työhön liittyviä työturvallisuusohjeita  tarvitsee ohjausta toiminta- ja työkyvyn ylläpitämiseen omassa työssään	työskentelee ergonomisesti oikeita työtapoja noudattaen ja ottaa huomioon myös toiset työntekijät ja heidän työturvallisuutensa  on motivoitunut ylläpitämään terveellisiä elintapoja sekä huolehtimaan omasta toiminta- ja työkyvystään	toimii aloitteellisesti kehitettäessä työpaikan työturvallisuutta, ergonomisia työmenetelmiä ja työpaikan viihtyisyyttä  noudattaa terveellisiä elintapoja ja toimii aktiivisesti työkyvyn ylläpitämiseksi ja edistämiseksi
<b>Oppimis- ja ongelmaratkaisutaidot</b>	oppii ohjauksen ja esimerkkien avulla	ratkaisee ongelmia avustettuna ja arvioi tulosta	ratkaisee työhön liittyvät ongelmat itsenäisesti ja arvioi kriittisesti omaa työtään
<b>Vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot</b>	osaa käyttäytyä työyhteisössä	on yhteistyöhaluinen ja -kykyinen	osaa toimia vuorovaikutteisesti ja ottaa aina huomioon toiset työntekijät
<b>Ammattieettiset taidot</b>	huolehtii jätehuollon mukaisista toimenpiteistä ja työympäristön järjestyksestä  huolehtii koneiden ja laitteiden päivittäisestä huollosta	toimii ympäristösuojelun perusteiden mukaan  huolehtii oma-aloitteisesti työpaikan siisteydestä, järjestyksestä sekä kone- ja laitehuollosta	toimii laatujärjestelmän mukaisesti

## Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja valmistaa käsin ja/tai CAD/CAM/CNC-tekniikkaa apuna käyttäen uloslyönnin sekä korjaa tai huoltaa yksinkertaisen valumallin, keernalaatikon tai näiden osakokonaisuuden työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.



Opetussuunnitelmaperusteisessa koulutuksessa ammattitaito osoitetaan keskeisten ammattitaitovaatimusten osalta ammattiosaamisen näytöllä ja muilta osilta muulla arvioinnilla.

Näyttötutkintoperusteisessa koulutuksessa tutkintotilaisuudessa osoitettavaa näyttöä voidaan tarvittaessa täydentää muulla osaamisen arvioinnilla, kuten haastattelujen, tehtävien ja luotettavien menetelmien avulla.

## 4.2 Valumallinvalmistus, 30 opintoviikkoa

Keskeisenä tavoitteena on, että tutkinnon suorittaja osaa mitta- ja käsityövälineiden sekä mallinvalmistuskoneiden oikean käytön, asianmukaisten valumallien ja keernalaatikoiden valmistamisen, mallien ja keernalaatikoiden mallintamisen CAD/CAM-ohjelmalla, työstöratojen määrittelyn ja työstämisen sekä valujärjestelmien valmistuksen ja mallien kiinnittämisen. Tutkinnon suorittaja tunnistaa eri mallien ja keernalaatikoiden valmistusmateriaalit ja osaa käsitellä niitä oikein. Lisäksi opiskelija ottaa kaikessa toiminnassaan huomioon työturvallisuuden, ergonomian, jätteenkäsittelyn ja asiakaspalvelun.

Sisältö tarkemmin

### I Mitta- ja käsityövälineiden sekä mallinvalmistuskoneiden oikea käyttö

Tutkinnon suorittaja

- tuntee mallinvalmistuskoneet, käsityövälineet ja erikoismittalaitteet
- osaa ohjelmoida ja käyttää NC-työstökoneita.
- hallitsee koneiden säädöt ja niiden kunnossapitoon tarvittavat huoltotoimenpiteet.
- osaa valita oikeat terät kuhunkin työstötehtävään ja niille oikeat kierrosluvut.
- tietää ja osaa lukea ja tulkita normaaleja koneenpiirustuksia sekä kykenee tarvittaessa käyttämään matemaattisia sovellutuksia.

## **II** Asianmukaisten valumallien ja keernalaatikoiden valmistaminen

### Tutkinnon suorittaja

- tuntee standardit sekä valimokohtaiset ohjeet ja vaatimukset mallien ja keernalaatikoiden valmistuksessa.
- osaa piirtää uloslyönnit piirustusten perusteella sekä mitoittaa ja lisätä malliin riittävät keernasijat.
- osaa määritellä työstövarat, kutistumat, hellitykset, keernamerkit sekä jakopinnat malleille ja keernalaatikoille.
- osaa valmistaa valumalleja ja keernalaatikoita puusta, muovista ja muista vastaavista materiaaleista.
- tuntee mallimateriaalien mekaaniset ominaisuudet ja niiden käyttäytymisen liimauksien, työstön ja pintakäsittelyjen aikana.
- osaa valmistaa esimallin puusta tai polyuretaanista.
- osaa valmistaa muovinegatiivin esimallin avulla laminointi- tai valumenetelmällä.
- osaa valmistaa muovimalleja ja keernalaatikoita käyttäen materiaalina epoksi-, polyuretaani-, tai vastaavaa nestemäistä muoviyhdistettä.

## **III** Mallien ja keernalaatikoiden mallintaminen CAD/CAM-ohjelmalla

### Tutkinnon suorittaja

- osaa mallintaa yksinkertaiset mallivarusteet CAD/CAM-ohjelman avulla ja poistaa turhat osat sähköisesti piirretyn kappaleen geometriasta.
- osaa skaalata kutistumat, lisätä työstövarat, hellitykset, jakopinnat ja keernoitukseen riittävät keernakannat.
- osaa tulostaa tietokoneella tarvittavat leikkaukset uloslyönniksi.

## **IV** Työstöratojen määrittely ja työstäminen

### Tutkinnon suorittaja

- osaa luoda yksinkertaisten mallivarusteiden työstöradat kuvaruudulle kyeten tarkistamaan ja ehkäisemään koukkaukset.

- osaa koneistaa mallit ja keernalaatikot oikeasta mallimateriaalista riittävän pienellä pinta-askelluksella.
- tuntee koneistettavat muoviblokkimateriaalit ja niiden käyttäytymisen työstön aikana.
- osaa valita oikeat syöttö- ja kierrosnopeudet.

## V Valujärjestelmien valmistus ja mallien kiinnittäminen pohjiin

### Tutkinnon suorittaja

- osaa mittata tarkastaa mallivarusteet.
- osaa valita sopivan pintakäsittelymenetelmän sekä viimeistellä ja pintakäsitellä mallit ja keernalaatikot.
- osaa valmistaa mallipohjia tarkoituksenmukaisesti yleisimmin käytetyistä levymateriaaleista.
- osaa valmistaa valujärjestelmät ohjeiden mukaisesti.
- pystyy sijoittamaan ja kiinnittämään mallit ja valujärjestelmät tarvittavalla tarkkuudella mallipohjille.

### Arviointi

Taulukkoon on koottu arviointikriteerit kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikohteittain.

Arvioinnin kohteet	Arviointikriteerit		
	Tyydyttävä T1 Tutkinnon suorittaja	Hyvä H3 Tutkinnon suorittaja	Kiitettävä K5 Tutkinnon suorittaja
<b>1. Työprosessien hallinta</b>  <b>Suunnitelmallinen työskentely</b>	tarvitsee ohjausta	etenee työssään itsenäisesti, mutta tarvitsee ohjausta alkuun pääsyssä tai työvaiheista toiseen siirryttäessä	työskentelee suunnitelmallisesti

<p><b>Työn kokonaisuuden hallinta</b></p> <p><b>Aloitekyky ja yrittäjäyys</b></p>	<p>saa aikaan toimivan mallin ja keernalaatikon, mutta vain ohjauksen avulla</p> <p>kysyy tarvittaessa neuvoa</p>	<p>hallitsee työkokonaisuuden, mutta tarvitsee ohjausta</p> <p>vaatii alussa ohjausta, huomioi yrittäjäyden</p>	<p>valmistaa toimivan mallin ja keernalaatikon annettujen dokumenttien mukaisesti</p> <p>työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi</p>
<p><b>2. Työmenetelmien ja välineiden hallinta</b></p> <p><b>Työkoneiden käyttö</b></p> <p><b>Työvälineiden käyttö</b></p> <p><b>Materiaalien hallinta</b></p> <p><b>Mittaukset ja säädöt</b></p>	<p>valitsee koneet ja laitteet työstettävään kappaleeseen nähden oikein</p> <p>asettaa kierrosluvut ja syötön oikein</p> <p>käyttää konekohtaisia suojavälineitä oikein</p> <p>käyttää työvälineitä tarkoituksenmukaisesti</p> <p>tekee materiaalin valinnat ohjeiden ja dokumenttien mukaisesti.</p> <p>valitsee oikeat mittavälineet, kutistuman ja käyttää niitä oikein</p> <p>tekee välttämättömät mittaukset</p>	<p>säätää tarvittaessa kierroksia ja syöttöä</p> <p>valitsee oikeat terät ja pitimet sekä kiinnittää ne oikein</p> <p>tekee tarkoituksenmukaiset työvälinevalinnat</p> <p>käsittelee ja koneistaa materiaaleja oikein</p> <p>tekee mallin ja keernalaatikon mittaukset itsenäisesti</p>	<p>suorittaa itsenäisesti koneiden, laitteiden ja vasteiden tarvittavat säädöt.</p> <p>saa aikaan itsenäisesti mittatarkan, työstöjäljeltään siistin mallin ja keernalaatikon.</p> <p>huoltaa ja säätää työvälineitä ja huolehtii niiden kunnosta.</p> <p>ennakoi materiaaltarpeen ja pitää hukkamateriaalin vähäisenä</p> <p>tekee mittaukset huolellisesti ja tarkasti</p> <p>tunnistaa mallista ja keernalaatikosta mahdolliset virheet, välykset ja kutistumat mittauksissa ja korjaa ne</p>

<p><b>Cad/Cam- ja CNC-tekniikan taidot</b></p>	<p>omaa riittävät tietotekniset perusvalmiudet</p> <p>tekee yksinkertaisia työstöratoja Cam-ohjelmalla</p> <p>osaa postprosessoida ja koneistaa yksinkertaisen työstöradan</p> <p>tuntee ainakin yhden Cam- ohjelman ja CNC-koneen toimintaperiaatteen ja siinä käytettävät laitteet, kiinnittimet ja muut apuvälineet</p>	<p>kykenee ohjelmoimaan ja koneistamaan yksinkertaisen mallin ja keernalaatikon</p> <p>tekee aihion ja kiinnitykset itsenäisesti</p> <p>huomioi kutistumat, jakopinnat, hellitykset ja työstövarat</p>	<p>kykenee valitsemaan oikeat ratatyypit kappaleen mukaan itsenäisesti</p> <p>kykenee ottamaan leikkauksia kappaleesta ja kääntämään sekä asemoimaan kappaleen oikeaan kohtaan</p>
<p><b>3. Työn perustana olevan tiedon hallinta</b></p> <p><b>Piirustusten ja ohjeiden ymmärtäminen</b></p> <p><b>Materiaalitekniikka</b></p>	<p>tuntee työpiirustusten keskeisimmät piirrosmerkit</p> <p>tuntee uloslyöntiin tarvittavat lähtötiedot</p> <p>kykenee selvittämään hellityksen, työstövarat ja kutistuman</p> <p>tuntee mallien valmistuksessa käytettävät taulukot ja standardit</p> <p>osaa käyttää taulukoita, esim. lohkomittataulukko</p> <p>tunnistaa yleisesti mallinvalmistuksessa käytössä olevat eri puulajit, vanerit ja muovit</p>	<p>kykenee hahmottamaan piirustuksen ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>kykenee selvittämään taulukoista tarvittavat tiedot mallin ja keernalaatikon valmistukseen</p> <p>tietää malleissa ja keernalaatikoissa käytettävien eri materiaalien valintaperusteet kuten esim. kosteuden vaikutus</p>	<p>selvittää piirustusten ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>päättelee uloslyönnin perusteella työsaumat ja tarvittavat materiaalit</p> <p>ratkaisee itsenäisesti materiaalivalintoja</p>

<p><b>Matematiikan, luonnontieteiden ja laadun taidot</b></p>	<p>kykenee laskemaan valukanaviston pinta-alat ymmärtää nestemäisten muovien sekoitussuhteet ja käyttäytymisen merkityksen</p> <p>ymmärtää laadun merkityksen</p>	<p>tuntee malliin ja keernalaatikkoon liittyvät laatuvaatimukset</p> <p>tietää eri muottimateriaalien vaikutukset mallin ja keernalaatikon pinnanlaatuun</p>	<p>tietää nestemäisten muovien muutoksista aiheutuvat virheet, tarkastelee ja korjaa tarvittaessa matematiikkaa apuna käyttäen valukanavistojen pinta-alojen suhteita</p>
<p><b>4. Avaintaidot</b></p> <p><b>Työturvallisuus, terveys ja työkyky</b></p> <p><b>Oppimis- ja ongelmaratkaisutaidot</b></p> <p><b>Vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot</b></p> <p><b>Ammattieettiset taidot</b></p>	<p>noudattaa työhön liittyviä työturvallisuusohjeita</p> <p>tarvitsee ohjausta toiminta- ja työkyvyn ylläpitämiseen omassa työssään</p> <p>oppii ohjauksen ja esimerkkien avulla</p> <p>osaa käyttäytyä työyhteisössä</p> <p>huolehtii jätehuollon mukaisista toimenpiteistä ja työympäristön järjestyksestä</p> <p>huolehtii koneiden ja laitteiden päivittäisestä huollosta</p>	<p>työskentelee ergonomisesti oikeita työtapoja noudattaen ja ottaa huomioon myös toiset työntekijät ja heidän työturvallisuutensa</p> <p>on motivoitunut ylläpitämään terveellisiä elintapoja sekä huolehtimaan omasta toiminta- ja työkyvystään</p> <p>ratkaisee ongelmia avustettuna ja arvioi tulosta</p> <p>on yhteistyöhaluinen ja -kykyinen</p> <p>toimii ympäristösuojelun perusteiden mukaan</p> <p>huolehtii oma-aloitteisesti työpaikan siisteydestä, järjestyksestä sekä kone- ja laitehuollosta</p>	<p>toimii aloitteellisesti kehitettäessä työpaikan työturvallisuutta, ergonomisia työmenetelmiä ja työpaikan viihtyisyyttä</p> <p>noudattaa terveellisiä elintapoja ja toimii aktiivisesti työkyvyn ylläpitämiseksi ja edistämiseksi</p> <p>ratkaisee työhön liittyvät ongelmat itsenäisesti ja arvioi kriittisesti omaa työtään</p> <p>osaa toimia vuorovaikutteisesti ja ottaa aina huomioon toiset työntekijät</p> <p>toimii laatujärjestelmän mukaisesti</p>

### Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja valmistaa käsin ja/tai CAD/CAM/CNC-tekniikkaa apuna käyttäen jonkin valumallin, keernalaatikon tai osakokonaisuuden työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Opetussuunnitelmaperusteisessa koulutuksessa ammattitaito osoitetaan keskeisten ammattitaitovaatimusten osalta ammattiosaamisen näytöllä ja muilta osilta muulla arvioinnilla.

Näyttötutkintoperusteisessa koulutuksessa tutkintotilaisuudessa osoitettavaa näyttöä voidaan tarvittaessa täydentää muulla osaamisen arvioinnilla, kuten haastattelujen, tehtävien ja luotettavien menetelmien avulla.

## 4.3 Muovimallinvalmistus, 10 opintoviikkoa

Keskeisenä tavoitteena on, että tutkinnon suorittaja osaa mallien ja keernalaatikoiden valmistamisen muovista sekä mallivarusteiden perusteiden oikean määrittelyn.

### Sisältö tarkemmin

#### Tutkinnon suorittaja

- osaa lukea koneenpiirustuksia ja piirtää niiden perusteella uloslyönnit.
- osaa mitoittaa ja lisätä malliin riittävät keernakannat.
- osaa määrittää työstövarat, kutistumat, hellitykset sekä jakopinnat malleille ja keernalaatikoille.
- osaa valmistaa esimallin puusta tai polyuretaanista.
- osaa valmistaa muovinegatiivin esimallin avulla joko laminointi- tai valumenetelmällä.

-osaa valmistaa muovimalleja käyttäen materiaalina epoksi-, polyuretaani- tai muuta vastaavaa nestemäistä muoviyhdistettä.

-osaa valmistaa keernojen mallit puusta tai polyuretaanista.

-osaa valmistaa keernalaatikat joko laminointi- tai valutekniikalla.

### Arviointi

Taulukkoon on koottu arviointikriteerit kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikohteittain.

Arvioinnin kohteet	Arviointikriteerit		
	Tyydyttävä T1 Tutkinnon suorittaja	Hyvä H3 Tutkinnon suorittaja	Kiitettävä K5 Tutkinnon suorittaja
<b>1. Työprosessien hallinta</b>			
<b>Suunnitelmallinen työskentely</b>	tarvitsee ohjausta	etenee työssään itsenäisesti, mutta tarvitsee ohjausta alkuun pääsyssä tai työvaiheista toiseen siirryttäessä	työskentelee suunnitelmallisesti
<b>Työn kokonaisuuden hallinta</b>	saa aikaan toimivan esi- ja/tai muovimallin ja keernalaatikon vain ohjauksen avulla	hallitsee työkokonaisuuden, mutta tarvitsee ohjausta	valmistaa toimivan esi- ja/tai muovimallin ja keernalaatikon annettujen dokumenttien mukaisesti
<b>Aloitekyky ja yrittäjäyys</b>	kysyy tarvittaessa neuvoa	vaatii alussa ohjausta huomioi yrittäjäyden	työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi
<b>2. Työmenetelmien ja välineiden hallinta</b>			
<b>Työkoneiden käyttö</b>	valitsee koneet ja laitteet työstettävään kappaleeseen nähden oikein  asettaa kierrosluvut ja syötön oikein  käyttää konekohtaisia suojavälineitä oikein	säätää tarvittaessa kierroksia ja syöttöä  valitsee oikeat terät ja pitimet sekä kiinnittää ne oikein	suorittaa itsenäisesti koneiden, laitteiden ja välineiden tarvittavat säädöt; saa aikaan itsenäisesti mittatarkan työstöjäljeltään siistin esi- ja muovimallin ja keernalaatikon



<b>Työvälineiden käyttö</b>	käyttää työvälineitä tarkoituksenmukaisesti	tekee tarkoituksenmukaiset työvälinevalinnat	huoltaa ja säätää työvälineitä ja huolehtii niiden kunnosta.
<b>Materiaalien hallinta</b>	tekee materiaalin valinnat ohjeiden ja dokumenttien mukaisesti, punnitsee ja sekoittaa nestemäiset muovit oikein	käsittelee ja koneistaa materiaaleja oikein	ennakoi materiaaltarpeen ja hukkamateriaali on vähäinen
<b>Mittaukset ja säädöt</b>	valitsee oikeat mittavälineet, kutistuman ja käyttää niitä oikein  tekee välttämättömät mittaukset	tekee esi- ja/tai muovimallin ja keernalaatikon mittaukset itsenäisesti	tekee mittaukset huolellisesti ja tarkasti tunnistaa esi- ja/tai muovimallista ja keernalaatikosta; tunnistaa mahdolliset virheet, välykset ja kutistumat mittauksissa ja korjaa ne
<b>Muovityötekniikan taidot</b>	osaa lukea seossuhdetaulukoita  kykenee valmistamaan yksinkertaisen esi- ja/tai muovimallin ja/tai keernalaatikon  tuntee mallimuovien toimivuuden työsssä  tietää eroteaineiden merkityksen ja osaa käyttää niitä	osaa punnita ja sekoittaa tarkasti nestemäiset muovit  tekee muovivalun tai laminoinnin itsenäisesti  huomioi jakopinnat, hellitykset ja työstövarat	kykenee valitsemaan oikeat muovityypit ja menetelmät työhönsä  kykenee ottamaan ehjän ja toimivan negatiivin mallista

<p><b>3. Työn perustana olevan tiedon hallinta</b></p> <p><b>Piirustusten ja ohjeiden ymmärtäminen</b></p>	<p>tuntee työpiirustusten keskeisimmät piirrosmerkit</p> <p>tuntee uloslyöntiin tarvittavat lähtötiedot</p> <p>kykenee selvittämään hellityksen, työstövarat ja kutistuman</p> <p>tuntee muovi- ja esimallien valmistuksessa käytettävät taulukot ja standardit esim. seossuhdetaulukot</p>	<p>kykenee hahmottamaan piirustuksen ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>kykenee selvittämään taulukoista tarvittavat tiedot muovi- ja/tai esimallin ja keernalaatikon valmistukseen</p>	<p>selvittää piirustusten ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>päättelee uloslyönnin perusteella työsaumat negatiivit, tarvittavat muovivalut ja materiaalit</p>
<p><b>Materiaalitekniikka</b></p>	<p>tunnistaa yleisesti mallinvalmistuksessa käytössä olevat eri puulajit, vanerit ja muovit</p>	<p>tietää malleissa ja keernalaatikoissa käytettävien eri materiaalien valintaperusteet kuten esim. kosteuden vaikutuksen</p>	<p>ratkaisee itsenäisesti materiaalivalintoja</p>
<p><b>Matematiikan, luonnontieteiden ja laadun taidot</b></p>	<p>kykenee laskemaan valukanaviston pinta-alat</p> <p>kykenee laskemaan sekoitussuhteet nestemäisille muoveille</p> <p>ymmärtää nestemäisten muovien sekoitussuhteet ja käyttäytymisen merkityksen</p> <p>ymmärtää laadun merkityksen</p>	<p>tuntee muovi- ja/tai esimalliin ja keernalaatikkoon liittyvät laatuvaatimukset</p> <p>tietää eri muottimateriaalien vaikutukset muovi- ja/tai esimalliin ja keernalaatikon pinnanlaatuun</p>	<p>tietää nestemäisten muovien muutoksista aiheutuvat virheet</p> <p>tarkastelee ja korjaa tarvittaessa matematiikkaa apuna käyttäen valukanavistojen pinta-alojen suhteita</p>

<b>4. Avaintaidot</b>			
<b>Työturvallisuus, terveys ja työkyky</b>	noudattaa työhön liittyviä työturvallisuusohjeita  tarvitsee ohjausta toiminta- ja työkyvyn ylläpitämiseen omassa työssään	työskentelee ergonomisesti oikeita työtapoja noudattaen ja ottaa huomioon myös toiset työntekijät ja heidän työturvallisuutensa  on motivoitunut ylläpitämään terveellisiä elintapoja sekä huolehtimaan omasta toiminta- ja työkyvystään	toimii aloitteellisesti kehitettäessä työpaikan työturvallisuutta, ergonomisia työmenetelmiä ja työpaikan viihtyisyyttä  noudattaa terveellisiä elintapoja ja toimii aktiivisesti työkyvyn ylläpitämiseksi ja edistämiseksi
<b>Oppimis- ja ongelmaratkaisutaidot</b>	oppii ohjauksen ja esimerkkien avulla	ratkaisee ongelmia avustettuna ja arvioi tulosta	ratkaisee työhön liittyvät ongelmat itsenäisesti ja arvioi kriittisesti omaa työtään
<b>Vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot</b>	osaa käyttäytyä työyhteisössä	on yhteistyöhaluinen ja -kykyinen	osaa toimia vuorovaikutteisesti ja ottaa aina huomioon toiset työntekijät
<b>Ammattieettiset taidot</b>	huolehtii jätehuollon mukaisista toimenpiteistä ja työympäristön järjestyksestä  huolehtii koneiden ja laitteiden päivittäisestä huollosta	toimii ympäristösuojelun perusteiden mukaan  huolehtii oma-aloitteisesti työpaikan siisteydestä, järjestyksestä sekä kone- ja laitehuollosta	toimii laatujärjestelmän mukaisesti

Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja valmistaa muovista käsin ja/tai CAD/CAM/CNC-tekniikkaa apuna käyttäen yksinkertaisen esi-, valumallin, keernalaatikon tai näiden osakokonaisuuden työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Opetussuunnitelmaperusteisessa koulutuksessa ammattitaito osoitetaan keskeisten ammattitaitovaatimusten osalta ammattiosaamisen näytöllä ja muilta osilta muulla arvioinnilla.

Näyttötutkintoperusteisessa koulutuksessa tutkintotilaisuudessa osoitettavaa näyttöä voidaan tarvittaessa täydentää muulla osaamisen arvioinnilla, kuten haastattelujen, tehtävien ja luotettavien menetelmien avulla.

#### 4.4 CAD/CAM- suunnittelu/valmistus, 10 opintoviikkoa

Keskeisenä sisältönä tutkinnon suorittaja osaisi mallintaa CAD-ohjelmalla valumallin ja keernalaatikon, sekä määrittellä näihin CAM-ohjelmalla toimivat työstöradat.

Sisältö tarkemmin

Tutkinnon suorittaja

- osaa mallintaa valumallin pinnat/solidit CAD-ohjelman avulla.
- osaa poistaa turhat osat sähköisestä geometriasta.
- osaa skaalata kutistumat, lisätä työstövarat, hellitykset, jakopinnat ja keernoitukseen riittävät keernakannat.
- osaa käyttää tasoja, värejä sekä viivatyyppejä ja -leveyksiä standardien mukaan.
- osaa tulostaa tietokoneella tarvittavat leikkaukset uloslyönniksi.
- osaa generoida mallin ja keernalaatikon työstöradat kuvaruudulle osaten myös tarkistaa työstöradat ja ehkäistä koukkaukset.
- osaa koneistaa mallin ja keernalaatikon oikeasta mallimateriaalista riittävän pienellä pinta-askelluksella.
- tietää koneistettavat muoviblokkimateriaalit ja niiden käyttäytymisen työstön aikana.
- osaa valita oikeat syöttö- ja kierrosnopeudet.

- osaa asemoida kappaleen sähköisesti niin, että koneistus on mahdollista.
- osaa lähettää työstöradat koneistuskeskukselle.
- tuntee ja ymmärtää postprosessoinnin käytön.

## Arviointi

Taulukkoon on koottu arviointikriteerit kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikohteittain.

Arvioinnin kohteet	Arviointikriteerit		
	Tyydyttävä T1 Tutkinnon suorittaja	Hyvä H3 Tutkinnon suorittaja	Kiitettävä K5 Tutkinnon suorittaja
<b>1. Työprosessien hallinta</b>			
<b>Suunnitelmallinen työskentely</b>	tarvitsee ohjausta	etenee työssään itsenäisesti, mutta tarvitsee ohjausta alkuun pääsyssä tai työvaiheista toiseen siirryttäessä	työskentelee suunnitelmallisesti
<b>Työn kokonaisuuden hallinta</b>	saa aikaan toimivan geometrian ja työstöradan vain ohjauksen avulla	hallitsee työkokonaisuuden, mutta tarvitsee ohjausta	mallintaa geometriasta ja työstöradoista toimivan mallin ja keernalaatikon annettujen dokumenttien mukaisesti
<b>Aloitekyky ja yrittäjäyys</b>	kysyy tarvittaessa neuvoa	vaatii alussa ohjausta, huomioi yrittäjäyden	työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi
<b>2. Työmenetelmien ja välineiden hallinta</b>			
<b>Työkoneiden käyttö</b>	valitsee työkalut työstettävään kappaleeseen nähden oikein  asettaa kierrosluvut ja syötön oikein	säätää tarvittaessa kierroksia ja syöttöä  valitsee oikeat terät ja ratatyypit	saa sähköisesti aikaan itsenäisesti mittatarkan työstöjäljeltään siistin mallin ja keernalaatikon

<b>Työvälineiden käyttö</b>	<p>kykenee lähettämään työstöradat koneistuskeskukselle</p> <p>käyttää työvälineitä tarkoituksenmukaisesti</p>	<p>kykenee luomaan oikeat työkalut</p>	<p>suorittaa itsenäisesti työkalujen luonnin ja säädöt</p>
<b>Materiaalien hallinta</b>	<p>tekee työstöarvot materiaalin, ohjeiden ja dokumenttien mukaisesti.</p>	<p>käsittelee ja koneistaa materiaaleja oikein</p>	<p>ennakoi materiaalitarpeen ja hukkamateriaali on vähäinen</p>
<b>Mittaukset ja säädöt</b>	<p>tekee välttämättömät mittaukset</p> <p>kykenee ottamaan yksinkertaisia leikkauksia</p>	<p>tekee mallin ja keernalaatikon mittaukset ja mitoitus itsenäisesti</p> <p>kykenee ottamaan useita leikkauksia</p>	<p>tekee mittaukset, mitoitus ja leikkaukset huolellisesti ja tarkasti</p> <p>tunnistaa mallista ja keernalaatikosta välykset, kutistumat, jakopinnat ja osaa mallintaa ne</p>
<b>Tietotekniset taidot</b>	<p>kykenee avaamaan ja tallentamaan tarvittavat tiedostot</p> <p>kykenee tulostamaan tarvittavat geometriat</p> <p>tietää varmuuskopioinnin tärkeyden</p>	<p>kykenee pitämään tiedostot loogisessa järjestyksessä</p> <p>kykenee muokkaamaan tiedoston koon mahdollisimman pieneksi</p>	<p>osaa tehdä ja huolehtia varmuuskopioinneista</p> <p>kykenee siirtämään tiedostoja eri menetelmillä esim. verkon-, usb-, dvd-, kautta</p>

<b>3. Työn perustana olevan tiedon hallinta</b>			
<b>Piirustusten ja ohjeiden ymmärtäminen</b>	<p>tuntee työpiirustusten keskeisimmät piirrosmerkit</p> <p>kykenee selvittämään hellityksen, työstövarat ja kutistuman</p> <p>tuntee sähköisten mallien valmistuksessa käytettävät tiedostopäätteet</p>	<p>kykenee hahmottamaan piirustuksen ja ohjeiden avulla geometrian</p> <p>kykenee selvittämään taulukoista tarvittavat tiedot geometrian luomiseen</p>	<p>selvittää piirustusten ja ohjeiden avulla 3d-mallin</p> <p>päättelee geometrian/piirustuksen perusteella työsaumat negatiivit, tarvittavat muovivalut ja materiaalit</p>
<b>Cad/Cam-aidot</b>	<p>kykenee tekemään erilaiset työstöradat materiaalien mukaan</p>	<p>tietää malleissa ja keernalaatikoissa käytettävien eri materiaalien vaikutuksen työstöratoihin</p>	<p>tietää eri kääntäjien välillä aiheutuvat virheet</p> <p>ratkaisee itsenäisesti työstöratojen valinnan</p>
<b>Matematiikan, luonnontieteiden ja laadun taidot</b>	<p>kykenee ottamaan solid-geometriasta tilavuuden</p> <p>kykenee laskemaan aihion koon</p> <p>ymmärtää laadun merkityksen</p>	<p>tuntee muovi- ja/tai esimalliin ja keernalaatikkoon liittyvät pinnan laatuvaatimukset</p> <p>tietää eri työstöratamenetelmien vaikutukset muovi- ja/tai esimalliin ja keernalaatikon pinnanlaatuun</p>	<p>tarkastelee ja korjaa itsenäisesti pinnanlaadun</p> <p>kykenee luomaan ja korjaamaan erilaisia työstöratoja työstöajan minimoimiseksi</p>

<b>4. Avaintaidot</b>			
<b>Työturvallisuus, terveys ja työkyky</b>	noudattaa työhön liittyviä työturvallisuusohjeita  tarvitsee ohjausta toiminta- ja työkyvyn ylläpitämiseen omassa työssään	työskentelee ergonomisesti oikeita työtapoja noudattaen ja ottaa huomioon myös toiset työntekijät ja heidän työturvallisuutensa  on motivoitunut ylläpitämään terveellisiä elintapoja sekä huolehtimaan omasta toiminta- ja työkyvystään	toimii aloitteellisesti kehitettäessä työpaikan työturvallisuutta, ergonomisia työmenetelmiä ja työpaikan viihtyisyyttä  noudattaa terveellisiä elintapoja ja toimii aktiivisesti työkyvyn ylläpitämiseksi ja edistämiseksi
<b>Oppimis- ja ongelmaratkaisutaidot</b>	oppii ohjauksen ja esimerkkien avulla	ratkaisee ongelmia avustettuna ja arvioi tulosta	ratkaisee työhön liittyvät ongelmat itsenäisesti ja arvioi kriittisesti omaa työtään
<b>Vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot</b>	osaa käyttäytyä työyhteisössä	on yhteistyöhaluinen ja –kykyinen	osaa toimia vuorovaikutteisesti ja ottaa aina huomioon toiset työntekijät
<b>Ammattieettiset taidot</b>	huolehtii jätehuollon mukaisista toimenpiteistä ja työympäristön järjestyksestä  huolehtii koneiden ja laitteiden päivittäisestä huollosta	toimii ympäristösuojelun perusteiden mukaan  huolehtii oma-aloitteisesti työpaikan siisteydestä, järjestyksestä sekä kone- ja laitehuollosta	toimii laatujärjestelmän mukaisesti

## Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja valmistaa CAD/CAM-tekniikkaa apuna käyttäen jonkin sähköisen valumallin, keernalaatikon tai osakokonaisuuden työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.



Opetussuunnitelmaperusteisessa koulutuksessa ammattitaito osoitetaan keskeisten ammattitaitovaatimusten osalta ammattiosaamisen näytöllä ja muilta osilta muulla arvioinnilla.

Näyttötutkintoperusteisessa koulutuksessa tutkintotilaisuudessa osoitettavaa näyttöä voidaan tarvittaessa täydentää muulla osaamisen arvioinnilla, kuten haastattelujen, tehtävien ja luotettavien menetelmien avulla.

#### 4.5 Valumallinvalmistuksen alkeet, 10 opintoviikkoa (vain valajille)

Keskeisenä tavoitteena on, että tutkinnon suorittaja osaisi valmistaa ja korjata yksinkertaisen valumallin sekä keernalaatikon.

Sisältö tarkemmin

Tutkinnon suorittaja

- osaa lukea yksinkertaisia koneenpiirustuksia ja piirtää niistä uloslyönnit ohjeiden mukaan.
- ymmärtää kutistumamittojen periaatteen.
- osaa piirtää näkyviin työstövarat, tarvittavat hellitykset ja keernamerkit ohjeiden mukaan.
- osaa valmistaa yksinkertaisen valumallin puusta tai vastaavasta mallimateriaalista.
- osaa valmistaa yksinkertaisen keernalaatikon puusta tai vastaavasta mallimateriaalista.
- osaa sijoittaa valujärjestelmän ja kiinnittää se mallipohjiin annettujen dokumenttien mukaan.
- osaa mallien ja keernalaatikoiden pintojen viimeistelyyn, kittauksen ja maalauksen.
- osaa yksinkertaisten mallien ja keernalaatikoiden korjauksen ja uudelleen maalauksen.

- tietää viimeistelyn ja pintakäsittelyn merkityksen valukappaleen laatuun ja kaavauksen onnistumiseen.

- ymmärtää CAD/CAM-tekniikalla valmistettavien mallivarusteiden merkityksen tulevaisuuden valimotekniikassa.

### Arviointi

Taulukkoon on koottu arviointikriteerit kolmelle eri osaamisen tasolle arviointikohteittain.

Arvioinnin kohteet	Arviointikriteerit		
	Tyydyttävä T1 Tutkinnon suorittaja	Hyvä H3 Tutkinnon suorittaja	Kiitettävä K5 Tutkinnon suorittaja
<b>1. Työprosessien hallinta</b>			
<b>Suunnitelmallinen työskentely</b>	tarvitsee ohjausta	etenee työssään itsenäisesti, mutta tarvitsee ohjausta alkuun pääsyssä tai työvaiheista toiseen siirryttäessä	työskentelee suunnitelmallisesti
<b>Työn kokonaisuuden hallinta</b>	saa aikaan toimivan uloslyönnin vain ohjauksen avulla	hallitsee työkokonaisuuden, mutta tarvitsee ohjausta	saa aikaan toimivan uloslyönnin annettujen dokumenttien mukaisesti
<b>Aloitekyky ja yrittäjäyys</b>	kysyy tarvittaessa neuvoa	vaatii alussa ohjausta, huomioi yrittäjäyden	työskentelee oma-aloitteisesti ja yritteliäästi
<b>2. Työmenetelmien ja välineiden hallinta</b>			
<b>Työkoneiden käyttö</b>	tietää mallinvalmistuksessa käytettävät koneet ja laitteet	osaa käyttää ja säätää uloslyöntiin tarvittavia laitteita oikein	saa aikaan itsenäisesti mittatarkan ja siistin uloslyönnin
<b>Työvälineiden käyttö</b>	käyttää työvälineitä tarkoituksenmukaisesti	kykenee valitsemaan	suorittaa itsenäisesti työkalujen valinnan,

<p><b>Materiaalien hallinta</b></p> <p><b>Mittaukset ja säädöt</b></p>	<p>tietää mallinvalmistuksessa käytettävät materiaalit</p> <p>tekee välttämättömät mittaukset uloslyönnistä</p> <p>kykenee ottamaan yksinkertaisia leikkauksia</p>	<p>oikeat työkalut ja huoltamaan ne käsittelee ja koneistaa materiaaleja oikein</p> <p>tekee uloslyönnin mittaukset ja mitoitusohjattuna</p> <p>kykenee ottamaan useita leikkauksia</p>	<p>säädöt ja huollot ennakoitua ja valitsee uloslyöntiä tehdessään materiaalin ja kykenee merkitsemään työsaumat uloslyöntiin</p> <p>tekee uloslyönnin mittaukset, mitoitusohjattuna ja leikkaukset huolellisesti ja tarkasti</p> <p>tunnistaa piirustuksesta ja annetuista dokumenteista keernalaatikon välilyökset, kutistumat, jakopinnat ja osaa piirtää ne uloslyöntiin</p>
<p><b>3. Työn perustana olevan tiedon hallinta</b></p> <p><b>Piirustusten ja ohjeiden ymmärtäminen</b></p> <p><b>Matematiikan, luonnontieteiden ja laadun taidot</b></p>	<p>tuntee työpiirustusten keskeisimmät piirrosmerkit</p> <p>kykenee selvittämään hellityksen, työstövarat ja kutistuman</p> <p>ymmärtää laadun merkityksen</p> <p>tietää mallimaalien viskositeetin ja niiden laskemiseen käytettävän Ford cup -menetelmän</p> <p>tietää hiomapapereiden meshin-lukuperiaatteen</p>	<p>kykenee hahmottamaan piirustuksen ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>kykenee selvittämään taulukoista tarvittavat tiedot uloslyönnin luomiseen</p> <p>tuntee muovi- ja/tai esimalliin ja keernalaatikkoon liittyvät pinnan laatuvaatimukset</p>	<p>selvittää piirustusten ja ohjeiden avulla uloslyönnin</p> <p>päättelee geometrian/piirustuksen perusteella työsaumat ja materiaalit</p> <p>osaa laskea oikein meshin-luvut ja viskositeetin</p>

<b>4. Avaintaidot</b>			
<b>Työturvallisuus, terveys ja työkyky</b>	<p>noudattaa työhön liittyviä työturvallisuusohjeita</p> <p>tarvitsee ohjausta toiminta- ja työkyvyn ylläpitämiseen omassa työssään</p>	<p>työskentelee ergonomisesti oikeita työtapoja noudattaen ja ottaa huomioon myös toiset työntekijät ja heidän työturvallisuutensa</p> <p>on motivoitunut ylläpitämään terveellisiä elintapoja sekä huolehtimaan omasta toiminta- ja työkyvystään</p>	<p>toimii aloitteellisesti kehitettäessä työpaikan työturvallisuutta, ergonomisia työmenetelmiä ja työpaikan viihtyisyyttä</p> <p>noudattaa terveellisiä elintapoja ja toimii aktiivisesti työkyvyn ylläpitämiseksi ja edistämiseksi</p>
<b>Oppimis- ja ongelmaratkaisutaidot</b>	<p>oppii ohjauksen ja esimerkkien avulla</p>	<p>ratkaisee ongelmia avustettuna ja arvioi tulosta</p>	<p>ratkaisee työhön liittyvät ongelmat itsenäisesti ja arvioi kriittisesti omaa työtään</p>
<b>Vuorovaikutus- ja yhteistyötaidot</b>	<p>osaa käyttäytyä työyhteisössä</p>	<p>on yhteistyöhaluinen ja -kykyinen</p>	<p>osaa toimia vuorovaikutteisesti ja ottaa aina huomioon toiset työntekijät</p>
<b>Ammattieettiset taidot</b>	<p>huolehtii jätehuollon mukaisista toimenpiteistä ja työympäristön järjestyksestä</p> <p>huolehtii koneiden ja laitteiden päivittäisestä huollosta</p>	<p>toimii ympäristösuojelun perusteiden mukaan</p> <p>huolehtii oma-aloitteisesti työpaikan siisteydestä, järjestyksestä sekä kone- ja laitehuollosta</p>	<p>toimii laatujärjestelmän mukaisesti</p>

Ammattitaidon osoittamistavat

Tutkinnon suorittaja valmistaa käsin ja/tai CAD/CAM/CNC-tekniikkaa apuna käyttäen yksinkertaisen uloslyönnin, mallin, keernalaatikon tai osakokonaisuuden työpaikalla tai mahdollisimman aidossa työympäristössä oppilaitoksessa. Työtä tehdään siinä laajuudessa, että ammattitaidon voidaan todeta vastaavan ammattitaitovaatimuksia.

Opetussuunnitelmaperusteisessa koulutuksessa ammattitaito osoitetaan keskeisten ammattitaitovaatimusten osalta ammattiosaamisen näytöllä ja muilta osilta muulla arvioinnilla.

Näyttötutkintoperusteisessa koulutuksessa tutkintotilaisuudessa osoitettavaa näyttöä voidaan tarvittaessa täydentää muulla osaamisen arvioinnilla, kuten haastattelujen, tehtävien ja luotettavien menetelmien avulla.

## 5 PÄÄTELMÄT

Tämän opinnäytetyön hyvinä puolina on, että tutkinnonsuorittaja sai samalla tärkeän työkalun opetukseen. Se auttoi pääsemään opettavien kokonaisuuksien sisälle vankemmin kuin aikaisemmin. Samalla tuli tutuksi yhteistyö opetushallituksen kanssa, kun projektin parissa työskenneltiin OPH:n alaisuudessa.

Opintokokonaisuuksien sisällössä ja arvioinnissa pyrittiin ottamaan huomioon erilaiset oppimistyyliä, niin että teoria ja käytäntö vaikuttavat molemmat arvosanoihin. Teoriassa opitut asiat toistetaan käytännössä yksin- ja ryhmätöinä.

Yhtenä hyvänä lisänä vanhaan opetussuunnitelmaan olivat arviointikriteerien ja arvostelutaulukoiden tekeminen. Vanhassa ne olivat jonkin verran vajavaiset.

Ajatuksia koko asian tiimoilta heräsi alan erikoisuudesta. OPH uudistaa koulutusta, kun se katsoo sen tarpeelliseksi. Näyttöjen antaminen työpaikoilla ja yleensäkin mallien valmistuksessa osoittautui hankalaksi. Yhden mallin tekemiseen saattaa mennä puolikin vuotta. Mallien valmistaminen on vaikeaa ja monimutkaista. Kun oppilaat kävivät

opettajan kanssa tutustumassa malliveistämöihin, eräs työnantaja (iältään lähellä eläkkeelle jäämistä) sanoi kuvaavasti, että vielä tänäkin päivänä – koko ikänsä malleja tehneenä - tulee malleja, joiden tekemisessä joutuu hieromaan aivonystyröitään muutaman päivän. Hän ei koe vieläkään olevansa valmis mallipuuseppä, koska uusia asioita tulee aina uusien mallien mukana, ja jonkun ne on ratkaistava.

Tällaiseen tilanteeseen pitäisi sitten laittaa koululainen, joka on opiskellut alaa vasta 2 - 3 vuotta. Näytöissä on tarkoituksena on näyttää opintokokonaisuuden ydinosaaminen. Mallien valmistamisessa ei voida aina tehdä yhtä asiaa alusta loppuun, vaan työvaiheet etenevät rinnakkain. Saman mallin eri osia saattaa valmistaa useampi henkilö samanaikaisesti, jolloin lopuksi malli kootaan yhdeksi kappaleeksi.

Miksi kaikki alat piti asettaa saman näyttöperiaatteen alle? Suunnitelmien vastaisesti ainakin valimoalalla tehdään näyttö nyt vain näytön vuoksi, ja näyttöympäristönä toimii pakon sanelemana oppilaitos eikä työssäoppimispaikka.

Tästä ristiriidasta heräsi ajatus, olisiko mahdollista korjata asia perustamalla erikoisammattien koulutusryhmä. Tampereella ainoana toimiva valimo- ja valumallinvalmistuslinja sekä työvälinevalmistaja-linja olisivat alat, jotka kuuluisivat tähän koulutusryhmään. Ne voitaisiin siten eriyttää massasta ja katsoa erikseen OPH:n tulevat suunnitelmat ja räätälöidä ne myös erikoisammatteihin sopiviksi. Sama ongelma voi tulla koskeva monta muutakin alaa.

Ongelma on myös taloudellinen. Tampereen kaupunki rahoittaa Tampereen ammattiopiston toiminnan ja joutuu kustantamaan erikoisammattien opetuksen suunnittelun koneineen ja laitteineen aina, kun uudistuksia tehdään. Ristiriita on huomattava, koska koneet ja laitteet ovat kyseisillä erikoisaloilla myös kalliimpia kuin massa-aloilla. Ongelmaa ei olisi, jos erikoisalat olisivatkin suoraan valtion rahoittamaa koulutusta. Nyt erikoisalojen aiheuttamat kustannukset ovat pois oppilaitoksen yhteisestä määrärahasta. Tilanne kaipaa lisätarkastelua varsinkin, koska Tampereen talousalue ei työllistä kaikkia näiltä linjoilta valmistuneita, se ei siis saa kaikilta verotulojakaan. Erikoisalojen työpaikat kun ovat ympäri Suomea.

## **LÄHDELUETTELO**

### **Painetut lähteet**

- 1 Kolb David a: 1984, Experiential Learning, Experience as The Source of Learning and Development, New Jersey

### **Sähköiset lähteet**

- 2 Opetushallituksen päätös 189/422/2007 [viitattu 13.8.2008]  
[www.oph.fi/attachment.asp?path=1,17627,6610,74073,86067,84443](http://www.oph.fi/attachment.asp?path=1,17627,6610,74073,86067,84443)
- 3 Vanha opetussuunnitelma [www-sivu]. [viitattu 13.8.2003] Saatavissa:  
<http://www.edu.fi/julkaisut/maaraykset/ops/konemetalli.pdf>